G. PESSION - G. MONTEFINALE - A. MARZOLI

IL CENTRO RADIOMARITTIMO DI COLTANO (1929-1932)

COMUNICAZIONE ALLA XXXVII RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.
FIRENZE - 25 SETTEMBRE - 1° OTTOBRE 1932 - X

MILANO
INDUSTRIE GRAFICHE ITALIANE STUCCHI
VIA S. DAMIANO, 16

1932

Il centro radiomarittimo di Coltano (1929 - 1932)

G. PESSION - G. MONTEFINALE - A. MARZOLI

Riassunto. — *Ricordati i precedenti del Centro transcontinentale di Coltano, si accenna alle ragioni che ne promossero la trasformazione in Centro radiomarittimo di media e grande portata, illustrando i criteri seguiti nella scelta degli apparecchi e nell'organizzazione del servizio. Sono descritti dettagliatamente l'impianto principale ad onda corta da 14 kW, l'impianto ausiliario ad onda corta da 2 kW, gli impianti ad onda media di tipo navale e la stazione ricevente duplex di Nodica. È fatto cenno dell'impianto radiotelefonico e di alcune misure eseguite. Per ultimo sono riportate alcune norme sulla regolazione del complesso stabilizzatore di frequenza e dei vari amplificatori a ponte che costituiscono gli speciali circuiti dei trasmettitori ad onde corte.*

1. - Cenno storico.

Sui precedenti che condussero all'impianto della prima stazione di Coltano nel periodo 1903-1911, ed alla sua successiva trasformazione in Centro continentale e transcontinentale per comunicazioni fra punti fissi con apparecchi ad onda lunga (1920-1923) ha già autorevolmente riferito l'accademico d'Italia Prof. G. C. Vallauri, in una pregevole monografia pubblicata nel 1924 [1].
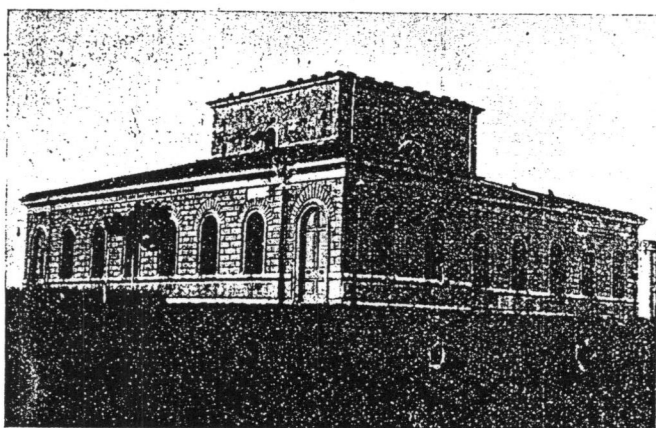
Fig. 1. — L'edificio, ora disponibile, della vecchia stazione Marconi a scintilla del 1910.

Dal 1924 al 1928 la gestione del nuovo Centro, ideato, costruito e messo in esercizio dalla Regia Marina, era stata affidata alla Società Italo Radio; ma in seguito alla costruzione del Centro similare di Roma-Torrenova, nel settembre 1929 gli impianti di Coltano rientravano in possesso dello Stato, che ne affidava l'esercizio diretto all'Amministrazione P. T., dopo un ventennio circa dall'epoca in cui quest'ultima aveva ceduto alla R. Marina la gestione del primo impianto Marconi.

Con l'accentramento dei servizi commerciali fra punti fissi negli impianti di Roma-Torrenova, veniva a mancare la possibilità e la convenienza di mantenere analoghi servizi a Coltano. Pertanto, il Governo Fascista ne decideva la trasformazione in Centro Radiomarittimo di media e grande portata, da destinarsi principalmente alle comunicazioni col naviglio mercantile.

Ciò in armonia col nuovo orientamento assunto dai servizi radiomarittimi mondiali dopo l'introduzione nelle stazioni di bordo di apparecchi trasmittenti e riceventi a valvola di grande portata, in sostituzione, o complemento dei vecchi impianti a onde smorzate, ed anche allo scopo di dare instradamento unico ai marconigrammi diretti a navi lontane e, per quanto possibile, anche a quelli provenienti da esse.

Sullo scorcio del 1929 e nei primi mesi del 1930, l'attrezzamento delle due stazioni costituenti il centro, e cioè della trasmittente di Coltano e della ricevente duplex di Nodica, venne quasi radicalmente cambiato, in modo da adibire gli impianti principalmente al servizio con le navi mercantili.

Nella stazione di Coltano vennero sistemati, in un primo tempo, due trasmettitori Marconi da 14 kW-antenna, atti ad emettere onde corte stabilizzate nella gramma 15-50 metri, un trasmettitore R. Marina da 5 kW-antenna, anch'esso del tipo stabilizzato, ed uno ausiliario di piccola potenza, atti ambedue a trasmettere nella gamma 2000-2400 metri, ed infine un trasmettitore R. Marina per onde da 600 ad 800 metri, alimentabile anche ad accumulatori.

Successivamente, la stazione trasmittente venne provveduta di altri due trasmettitori ausiliari ad onda corta da 2 kW-antenna, dello stesso tipo Marconi, funzionanti anch'essi nella gramma 15-50 metri, e di apparecchiatura per la modulazione telefonica dei trasmettitori principali.

La manipolazione dei suddetti apparecchi viene eseguita dalla stazione ricevente duplex di Nodica, posta a 25 km in linea d'aria da Coltano, attraverso un collegamento a cavo sotterraneo a varie coppie. In detta stazione vennero organizzati 4 sistemi riceventi a onda corta e 2 ad onda media ed una ricezione telefonica, completamente autonomi, sistemandovi anche il terminale per l'inoltro delle conversazioni lungo le linee telefoniche interurbane.
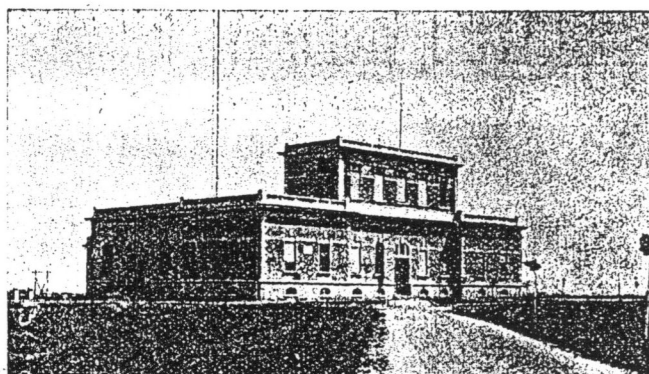
Fig. 2. — Il nuovo edificio contenente gli impianti di tipo moderno.

Gli impianti principali ad onda corta entravano in servizio regolare il 1° luglio 1930, e quelli ad onda media nei mesi successivi; gli impianti ausiliari ad onda corta furono attivati

[1] G. VALLAURI: *Il Centro radiotelegrafico di Coltano* - Pubblicazione n. 28 del R. Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della R. Marina di Livorno.

nel gennaio del 1932, e di lì a poco veniva iniziato un periodo sperimentale di esercizio dell'apparecchiatura radiotelefonica, approfittando, specialmente, dei percorsi regolari sulla linea dell'Estremo Oriente del « Conte Rosso », provveduto di impianto r.t.f. da circa 2 kW-antenna.
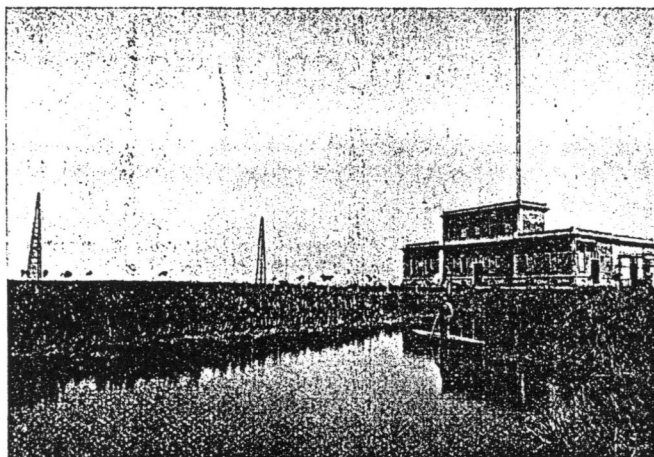
Fig. 3. — Vista dell'edificio della Radio Coltano, con le torri per la trasmissione ad onde corte.

Con l'attivazione dei nuovi apparecchi radiotelegrafici e radiotelefonici, che permettono di comunicare egualmente bene con navi dislocate nei mari della Penisola ed in altri punti del Mediterraneo, e con quelle provvedute di impianti ad onde corte che si trovano nei mari più lontani, il servizio delle altre stazioni costiere minori è stato limitato alle sole comunicazioni di carattere ravvicinato o d'interesse portuale, ed al servizio di vigilanza per segnali di soccorso sull'onda 600 metri.

Tale organizzazione, oltre ai vantaggi specifici di cui si dirà in seguito, ha contribuito, soprattutto, a facilitare l'istradamento dei marconigrammi del pubblico e degli armatori, evitando i lunghi percorsi telegrafici e le incertezze relative alla
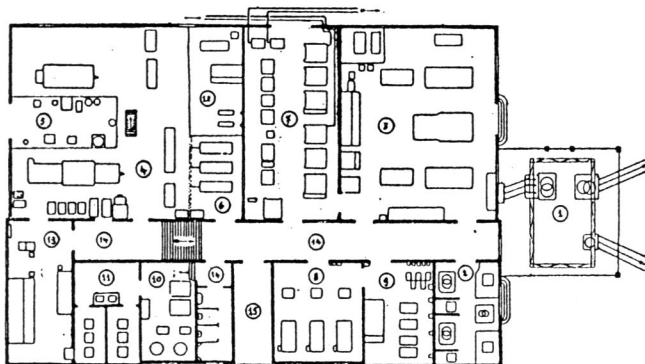
Fig. 4. — Pianta Stazione Coltano.

1. Cabina di trasformazione all'aperto - 2. Cabina di trasformazione interna - 3. Sala macchine Savigliano - 4. Sala alternatori ad a. f. - 5. Macchinari ausiliari onda lunga - 6. Trasformatori a. f. onda lunga - 7. Sala onde corte - 8. Sala macchine alta tensione - 9. Sala macchine filamenti - 10. Locale pompe petrolio - 11. Resistenze di assorbimento - 12. Macchinario stazione ausiliaria onde corte - 13. Sala onde medie - 14. Corridoi - 15. Ingresso.

scelta della stazione d'appoggio, nei casi, pressochè abituali, in cui il mittente non conosce la posizione della nave destinataria.

2. - Alimentazione dell'impianto.

L'energia necessaria al funzionamento della stazione trasmittente di Coltano è fornita dalla Società Ligure-Toscana di Elettricità, sotto forma di corrente trifase a 30.000 V e 50 periodi.

L'alimentazione è fatta sia da Pisa sia da Livorno, a mezzo di due linee indipendenti, che si staccano rispettivamente dalle sottostazioni di Porta a Mare e di Stagno.

Lo smistamento delle due linee è fatto all'aperto ed è possibile passare rapidamente dall'una all'altra linea.

Dalle sbarre a 30.000 V (fig. 5) partono due derivazioni: una per la piccola ed una per la grande cabina. La prima è provveduta di un trasformatore da 300 kVA, e nella seconda sono sistemati due trasformatori da 900 kVA, per mezzo dei quali la tensione di 30.000 V è portata a 5000 V.

La cabina da 2×900 kVA è destinata alla alimentazione dei grandi alternatori ad alta frequenza, ora in via di eliminazione, e quella da 300 kVA alimenta normalmente gli apparecchi ad onda media e corta destinati al servizio marittimo; ma vi è la possibilità di commutarle, per mezzo di una speciale terna di coltelli B.

Esistono quindi due sistemi di sbarre 5000 V, che alimentano, da un lato tre gruppi convertitori dell'impianto ad onda lunga, e dall'altro tre trasformatori 5000/220 V per il servizio ad onde medie e corte, e per i servizi ausiliari di luce, carica accumulatori, officina, ecc.
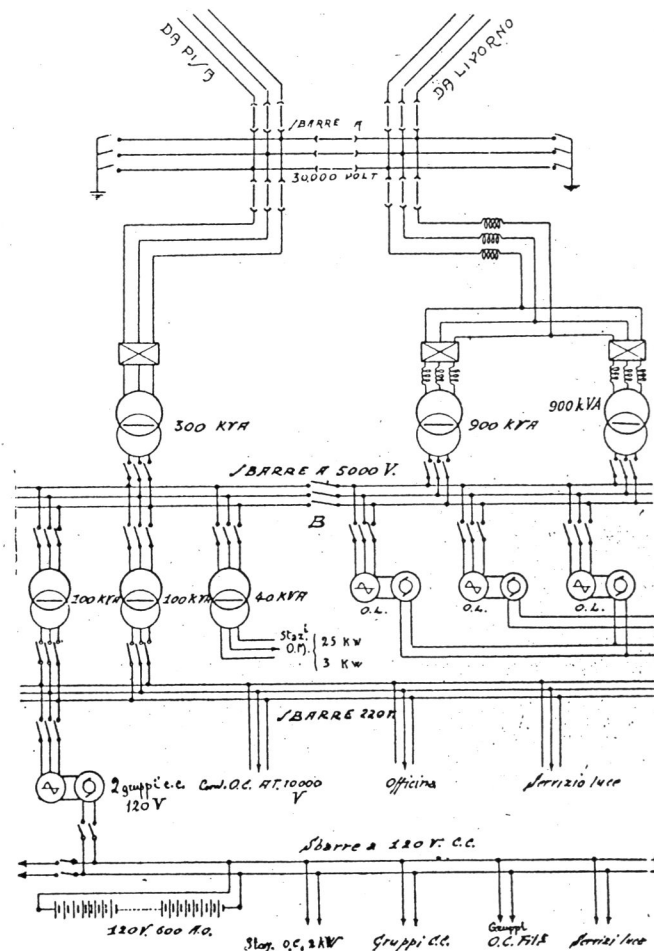
Fig. 5.

La potenza disponibile a 220 V è fornita da due trasformatori da 100 kVA e da un trasformatore da 40 kVA, che alimenta esclusivamente l'impianto ad onda media.

Nelle ore di massimo carico i due trasformatori da 100 kVA possono accoppiarsi in parallelo.

Sulle sbarre collettrici a 220 V sono derivati due gruppi convertitori trifase-continua da 60 kW, provveduti di regolatore automatico di tensione, che funzionano alternativamente in tampone con una batteria Hensemberg da 600 A 0, 120 V, per la distribuzione a corrente continua.

Un gruppo elettrogeno a benzina da 10 kW può provvedere alla carica della batteria durante le interruzioni di energia stradale, nel qual caso vi è la possibilità di azionare il trasmettitore per 600^{m} ed i due trasmettitori ausiliari ad onde corte, provvedendo altresì alla illuminazione di soccorso.

Tutte le macchine rotanti destinate all'alimentazione dei trasmettitori ad onda media R. Marina sono derivate direttamente dalle terne a 220 V del trasformatore da 40 kVA; invece le macchine rotanti dei trasmettitori Marconi sono tutte

derivate sulle sbarre a corr. cont. 120 V, salvo le macchine che provvedono l'alta tensione continua agli anodi, che sono alimentate a corrente trifase 220 V.

Il consumo di energia elettrica della linea stradale varia, nel corso delle 24 ore, da un massimo di 120 kW, quando si trovano simultaneamente in funzione i varî trasmettitori ad onde medie e corte, al minimo di 30 kW, nelle ore di minor lavoro, verificandosi conseguenti variazioni del fattore di potenza, dal valore massimo di 0,75 a quello minimo di 0,30. Sono però in corso provvedimenti per il miglioramento del cos φ a mezzo di condensatori rifasatori.

3. - Criteri seguiti nella scelta degli apparecchi ad onda corta.

Nella scelta degli apparecchi trasmittenti ad onda corta per l'impianto di Coltano fu tenuta presente, in primo luogo, la necessità di assicurare la ricezione per alcune delle ore del giorno sulle navi dislocate nei mari più lontani, le quali, come è noto, dispongono di sistemazioni riceventi non troppo elaborate. Ciò implicava l'impiego di potenze dell'ordine più elevato permesso dalla tecnica, e di apparati ad emissione tanto stabile da non aggravare i disturbi, che sono sensibili nelle gamme d'onda assegnate ai servizi mobili.

Potendosi contare soltanto su di un numero limitato di navi attrezzate col trasmettitore ad onde corte, e per contro su qualche centinaio di esse provvedute del solo ricevitore di tale tipo, il problema di far giungere i messaggi alle navi più lontane trovava qualche analogia con quello della radiodiffusione ad onde corte, dato che in ambedue i casi la ricezione è fatta con ricevitori del tipo più semplice.

Pertanto, la determinazione dell'ordine di grandezza della potenza da impiegarsi nei trasmettitori fu fatta specialmente in base ad una completa raccolta di dati a diagrammi sulla ricezione, nei vari punti e mari del globo, dei segnali emessi dalla stazione sperimentale di Chelmsford, una delle prime stazioni ad onde corte di alta potenza.

Per quanto riguarda la stabilità della frequenza, l'Amministrazione si trovò a dover scegliere fra i due tipi principali di dispositivi stabilizzatori realizzati dalla tecnica, e cioè, fra gli oscillatori controllati elettricamente e quelli sottoposti ad un controllo elettromeccanico. Come è noto, appartengono al primo tipo i circuiti oscillanti semplici, mantenuti a temperatura praticamente costante, gli oscillatori a valvola stabilizzati in modo speciale, ed al secondo tipo i sistemi a cristallo piezoelettrico, quelli a magnetostrizione e gli elettrodiapason.

Scartati, per ovvie ragioni, i sistemi più semplici e quelli di tipo non sufficientemente sperimentato nel servizio pratico, restava da scegliere fra gli apparecchi a controllo elettrico di tipo speciale e quelli elettromeccanici a quarzo.

A questo proposito è da osservare che tanto con i primi, che basano il loro funzionamento su di una particolare disposizione dei circuiti, quanto con i secondi, si possono realizzare notevoli gradi di stabilità della frequenza generata, con qualche vantaggio per i cristalli.

Quando si tratta però di stazioni destinate ai servizi mobili, il vantaggio di poter disporre, nei limiti della stabilizzazione voluta, di una certa flessibilità percentuale della frequenza attorno a quella di base dell'oscillatore, per eseguire leggeri spostamenti dell'onda di servizio, diventa prevalente su quello della emissione rigidamente costretta su di una sola frequenza.

Per tali motivi, l'Amministrazione ritenne più conveniente l'adozione di apparecchi nei quali la stabilizzazione della frequenza era ottenuta con oscillatori termoionici accoppiati a speciali circuiti, tanto più che ciò non escludeva la possibilità di adattarvi egualmente gli oscillatori a vibrazione meccanica, quando se ne fosse presentata la necessità.

È ben conosciuto, e in questi ultimi anni valenti nostri tecnici lo hanno dimostrato, che scegliendo opportunamente lo schema dei circuiti, si possono rendere minime le variazioni di frequenza dovute alle variazioni della tensione di alimentazione dei filamenti e degli anodi, e che quindi si possono raggiungere, senza gravi difficoltà, notevoli gradi di stabilità nella frequenza, scegliendo lo schema adatto ed utilizzando sorgenti di energia elettrica atte a mantenere in alto grado costante le tensioni di alimentazione suddette. Ma rimane ancora la difficoltà di eliminare gli effetti che si verificano nella capacità e nell'induttanza del circuito di base del pilota, per l'azione della temperatura sui materiali che lo costituiscono. Mentre alcune ditte cercavano di risolvere il problema racchiudendo gli oscillatori entro appositi termostati di precisione, l'ing. C. S. Franklin perveniva a pratico risultato accoppiando il suo dispositivo autoregolatore con apposito circuito termoionico a stadi amplificatori e moltiplicatori di piccola potenza.

Il principio dell'apparecchio autoregolatore del Franklin è quello di ottenere la compensazione delle variazioni elettriche dovute a cambiamenti di temperatura impiegando materiali di diverso coefficiente di dilatazione. Così, in uno dei tipi brevettati è adottato un condensatore cilindrico, la cui armatura esterna è costituita di materiale avente coefficiente di dilatazione assai maggiore di quello costituente l'armatura interna, per cui gli aumenti di capacità dovuti ad espansione della superficie delle lastre, per aumento di temperatura, sono compensati da aumento nella distanza delle due armature. Nel tipo rappresentato nella figura 6 ([2]) la capacità principale è costituita dalle armature cilindriche D ed E, terminanti coi settori affacciati D_1 D_2 ed E_1 E_2, ed altra capacità ausiliaria in parallelo è formata dai dischi affacciati H e K, la cui regolazione preventiva può essere ottenuta facendo ruotare leggermente l'asse d'ottone G. L'induttanza del circuito è avvolta attorno al tubo isolante B, fissato a sua volta alla cassetta cilindrica d'ottone A, e per rendere minime le oscillazioni termiche nell'ambiente interno, questa è contenuta a sua volta in altra cassa metallica esterna, separata dalla prima da uno strato di materiale coibente. Per mezzo dei reofori L ed M, che fanno capo agli elettrodi capacitivi X ed Y, il circuito oscillante costituito come in figura viene inserito fra il circuito di griglia e quello di anodo del sistema amplificatore-moltiplicatore, di cui daremo l'esatta descrizione nel successivo capitolo.

Il procedimento usato dal Franklin sembrò rispondente per l'impiego nel servizio marittimo.
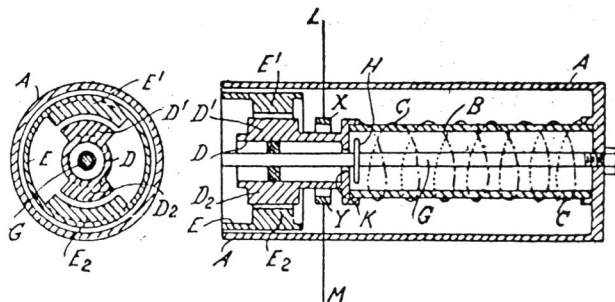
Fig. 6. — Dispositivo del Franklin per compensare le variazioni dovute a cambiamenti di temperatura nelle costanti del pilota.

Col procedimento del Franklin si può ottenere facilmente, per oscillazioni normali della temperatura, una stabilità della frequenza di 1 a 25.000, pur non escludendo la possibilità di raggiungere un grado maggiore quando fossero rispettate determinate condizioni di esercizio, specialmente per quanto riguarda la costanza della tensione e della frequenza di alimentazione, l'uso di batterie in tampone con le tensioni primarie continue, ecc.

Apposite misurazioni fatte dall'Istituto Sperimentale P. T. di Roma, dai laboratori americani della R. C. A. e da quelli inglesi di Chelmsford, e le constatazioni del servizio svolto giornalmente con stazioni lontane hanno dimostrato che il suddetto grado di stabilità è generalmente superato, raggiungendosi senza difficoltà anche l'1 su 100.000.

L'adozione di trasmettitori del tipo ora accennato, implica l'uso di istrumenti di appropriata precisione per la misura della frequenza emessa. Pertanto, la stazione di Coltano venne dotata dello speciale frequenziometro tipo Franklin, munito di indicatore termoionico, che permette di misurare l'onda generata con l'accuratezza di oltre 1 su 30.000, e cioè con tale istrumento può essere accertata facilmente anche una variazione di 700 cicli su di una trasmissione fatta con 20.000 kc/s (15 m).

Per quanto riguarda le onde da emettersi, non fu presa in considerazione che la banda compresa fra i 6000 ed i 20.000 kc/s (fra i 50 ed i 15 m), ovvero delle onde di grande portata, in quanto era previsto di svolgere i servizi a distanze più brevi utilizzando a preferenza le onde medie.

([2]) Patent specification 335,526; application date may 23, 1929; complete left march 24, 1930 - His Majesty's Stationery Office, London.

4. - Alimentazione dei trasmettitori ad onde corte.

Nel progetto di un grande impianto radiotrasmittente ha sovratutto importanza la scelta del sistema da impiegarsi per conferire l'alta tensione continua agli anodi dei tubi a vuoto costituenti gli stadi amplificatori.

È pressochè norma abituale d'impiegare appositi gruppi convertitori per dare la tensione continua d'accensione ai filamenti, la tensione negativa alle griglie e quella anodica occorrente ai tubi del circuito pilota.

Fig. 7. — Tipi dei pannelli trasmittenti adottati per la stazione di Coltano.

Per produrre l'alta tensione anodica, a valori di regime che in un impianto di alta potenza ad onde corte superano normalmente i 5000 V, sono generalmente impiegati raddrizzatori della corrente alternata stradale costituiti da diodi ad alto vuoto, o da tubi a vapori di mercurio con catodo caldo, oppure gruppi convertitori rotanti che danno direttamente l'alta tensione continua.

Sono a svantaggio dei rettificatori, oltre il maggiore ingombro ed il minor rendimento di conversione, in quanto comportano l'impiego di un trasformatore statico per l'elevazione della tensione stradale, un numero di tubi che in qualche caso arriva fino a 12 ed un costoso filtro-livellatore, anche il maggior costo di esercizio, dovuto al ricambio delle valvole e la minore flessibilità della tensione rettificata.

Quanto ai raddrizzatori costituiti con tubi a vapori di mercurio a catodo caldo di resistenza interna assai bassa, a vantaggio dei quali sta il maggior rendimento ed una migliore stabilità della tensione rettificata, non si avevano ancora dati sufficienti sulla loro praticità di esercizio, in quanto essi furono adottati per la prima volta in Italia nella stazione E. I. A. R. di Santa Palomba.

Per l'alimentazione anodica dei trasmettitori di Coltano fu ritenuto pertanto più conveniente attenersi alle macchine ad alta tensione. A ciò si fu indotti anche dalla constatazione degli ottimi risultati ottenuti con l'adozione di gruppi di tale tipo presso impianti inglesi all'uopo visitati (*Rugby*: 3 macchine da 500 kW da 6000-7000 V, capaci di dare tensione fino a 18.000 V, quando associate in serie; *Daventry*: 2 macchine da 45 kW e 10.000 V, accoppiate normalmente in parallelo; *Carnarvon*: 2 macchine da 150 kW e 10.000 V; *Dorchester*: 2 macchine da 40 kW, 10.000 V).

D'altra parte, il loro impiego appariva più rispondente alle esigenze del servizio marittimo, che comportano frequenti variazioni nella potenza d'emissione.

I gruppi rotanti adottati nella stazione di Coltano per dare la tensione anodica ai pannelli trasmittenti ad onde corte (magnificatori 1, 2, 3, 4, circuiti assorbitori e pre-assorbitori e modulatori musicali descritti nel capitolo seguente) sono in numero di tre (uno di servizio per ciascun trasmettitore e l'altro di riserva), di tipo speciale, della ditta Newton-Brothers di Derby, costituiti ciascuno da un motore trifase da 45 HP, 220 V, 50 per., 115 A, accoppiato rigidamente con dinamo da 30 kW, 10.000 V, 3 A (fig. 8).

Le dinamo dei suddetti gruppi sono ad un solo collettore ed i regolatori di campo permettono una variazione perfettamente graduale della tensione continua da 200 a 10.000 V.

Nelle misure eseguite è risultato un rendimento globale medio di ognuno dei gruppi Newton-Brothers, a pieno carico di 0,81, ed a mezzo carico (1,5 A a 10.000 V) di 0,78, e con tensione ridotta di 7000 V, i rendimenti suddetti sono risultati rispettivamente di 0,788 e 0,675.
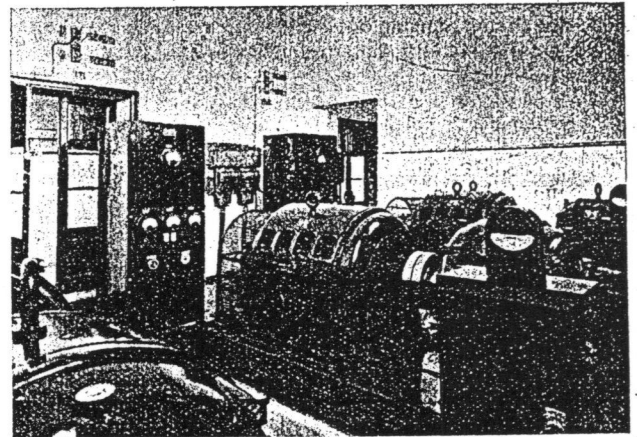
Fig. 8. — Sala macchine ad alta tensione.

Dal 1° luglio 1930 a tutto maggio 1932 le tre macchine hanno funzionato in media, ognuna per 10.000 ore, senza che sia stato riscontrato il minimo inconveniente.

I gruppi generatori ad alta tensione sono installati in apposita « Sala delle macchine ad A. T. » (figg. 4 e 8), nella quale trovansi i vari organi di avviamento e regolazione. La manovra di eccitazione e diseccitazione è però fatta normalmente dalla Sala Apparati di trasmissione.

Tutti i filamenti dei triodi costituenti i pannelli trasmittenti Marconi sono accesi mediante corrente continua generata da gruppi rotanti, salvo i filamenti dell'oscillatore stabilizzato Franklin, che sono accesi mediante batterie di accumulatori. I gruppi rotanti pei filamenti, che sono in numero di 3 (uno di servizio per ciascun trasmettitore e l'altro di riserva), sono stati costruiti dalla Società Elettromeccanica Lombarda, e comprendono ognuno un elettromotore a corrente continua avvolto
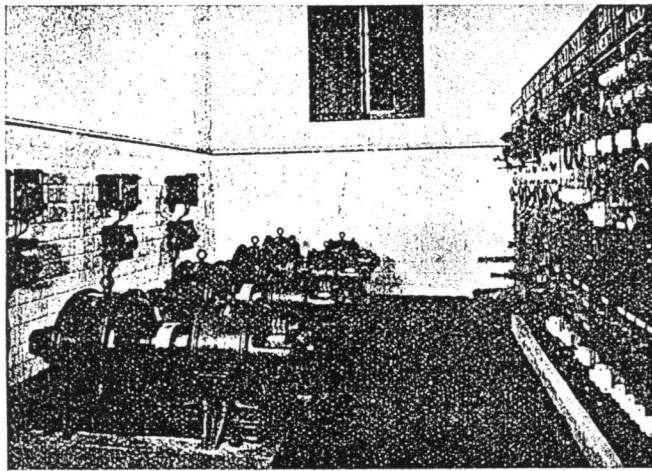
Fig. 9. — Veduta della Sala macchine per accensione filamenti con i gruppetti per tensione anodica al pilota.

per 120 V ed un generatore che fornisce tensione continua 25 V, con erogazione massima di 220 A.

La tensione anodica occorrente per il funzionamento dei complessi stabilizzatori tipo Franklin è fornita da 3 gruppetti rotanti (uno per ogni trasmettitore ed uno di riserva), anch'essi della Società Elettromeccanica Lombarda, costituiti ognuno da un elettromotore a corrente continua avvolto per 120 V, accoppiato con generatore atto a fornire corrente continua a 200/500 V e 0,5 A.

Tutti i suddetti gruppi sono sistemati nella « Sala Macchine Filamenti » (figg. 4 e 9), nella quale si trovano altresì il quadro generale di distribuzione e gli organi di manovra delle macchine medesime.

Nei pannelli dei trasmettitori Marconi principali ad onda corta, le tensioni negative occorrenti alle griglie dei triodi facenti parte dei Magnificatori n. 1, 2, 3, e circuiti di assorbimento, anzichè essere ottenute per mezzo di apposite macchine, come nei sistemi di altre ditte, sono fornite da speciali batterie di accumulatori, la cui carica è mantenuta automaticamente dalla stessa corrente griglia-filamento.

Fanno parte del macchinario dei trasmettitori principali ad onda corta di Coltano anche 2 elettropompe (una per ogni trasmettitore), alimentate a tensione continua 120 V, il cui scopo è di far circolare nelle apposite camicie di raffreddamento dei triodi di potenza il petrolio contenuto in appositi serbatoi, e 2 motori soffiatori, anch'essi alimentati a 120 V, che a mezzo di apposita tubulatura inviano aria fredda sulle saldature vetro-ferro-rame, in corrispondenza delle placche dei triodi suddetti.

Per l'alimentazione dei due trasmettitori ausiliari ad onde corte da 2 kW-antenna, in tutto identici agli impianti radiotelefonici Marconi sistemati in alcuni transatlantici venne usato macchinario più semplice.

Apposito gruppo Newton Brothers fornisce la tensione continua a 24 V per l'accensione dei filamenti e quella a 5000 V per le placche. Esso è composto di tre macchine (motore, dinamo a bassa tensione e dinamo A. T.) disposte coassialmente, e viene avviato per mezzo di un dispositivo automatico.

Due piccoli gruppi identici ed intercambiabili forniscono le tensioni negative per le griglie e la tensione positiva per gli anodi del pilota (500 V; 0,5 A).

È in corso la sistemazione di un sistema rettificatore alimentato a corrente trifase, per costituire riserva del gruppo suddetto, per quanto riguarda l'alimentazione a 5000 V delle placche.

5. - Descrizione dei pannelli trasmittenti ad onde corte di grande potenza.

L'impianto ad onde corte di alta potenza deriva direttamente dai tipi d'impianti adottati dalla Compagnia Marconi nelle stazioni a fascio imperiali (fig. 7) e comprende due trasmettitori completi, agenti, in modo autonomo, su di una propria onda di emissione (fig. 10).

Ogni trasmettitore è montato a giorno su tre pannelli distinti, contenenti rispettivamente:

— Pannello A: Magnificatore di potenza (n. 1), con triodi ad anodo raffreddato a circolazione di petrolio.

— Pannello B: Magnificatori n. 2, 3, 4 ed oscillatore pilota (drive) di Franklin.

— Pannello D: Assorbitore, pre-assorbitore e modulatore a frequenza musicale [3].

La figura 11 mostra lo schema dei vari pannelli. Come si vede, per i vari stadi è stato prescelto il classico schema a ponte che permette di ottenere in modo soddisfacente la neutralizzazione. In questi schemi è prescritto l'impiego di una o due valvole per ciascuno stadio, a seconda della potenza messa in gioco.

Lo schema generico di uno dei ponti a 2 valvole è dato dalla figura 12, dalla quale si rileva che dei quattro lati del ponte $A\ B\ C\ D$, i lati AB e CD comprendono due triodi, e nei lati AD e BC sono inserite le capacità di bilanciamento.

La diagonale AC rappresenta l'entrata o alimentazione del ponte, mentre BD ne rappresenta l'uscita.

Particolarmente, in questi circuiti sono usati triodi a bassa impedenza interna, di caratteristiche perfettamente identiche, ciò che è necessario per assicurare una perfetta stabilità di funzionamento.

Le due capacità di bilanciamento, di valore variabile tra i 10 e i 100 cm (in dipendenza del tipo di valvola impiegata), sono regolate ad ogni cambiamento di valvole o della frequenza di emissione. Quando si tratta degli amplificatori di potenza, nei quattro lati del ponte figurano anche delle resistenze ohmiche variabili, che servono ad ottenere il perfetto equilibrio ohmico del ponte.

Le resistenze suddette sono normalmente costituite con strisce di piattina doppia di nichelio-cromo e sono foggiate in modo che ne risultino minime variazioni di resistenza col variare della temperatura.

Tanto il circuito d'ingresso, quanto quello d'uscita dei ponti devono essere rigorosamente sintonizzati sulla frequenza di
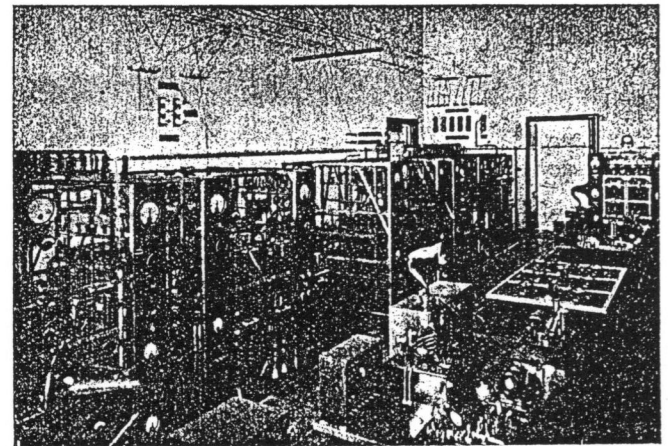
Fig. 10. — Veduta d'insieme dei trasmettitori principali ad onde corte di Coltano.

lavoro, e sui loro punti medi vengono applicate le tensioni negative (bias) di griglia e le tensioni positive di placca.

Esistono inoltre nel circuito dei ponti appositi condensatori per compensare capacitivamente le reattanze dovute alla autoinduzione dei conduttori che connettono le griglie delle valvole con i corrispondenti vertici del ponte.

La presenza di bobine d'induttanza (chokers) che assicuri

[3] In alcuni tipi d'impianti Marconi esiste anche un pannello *C*, costruttivamente identico al pannello *B*, ma che è accordato su altra onda di servizio, commutabile con quella generata nel pannello *B*.

la polarizzazione negativa alle griglie stesse, dà al circuito a ponte la caratteristica di un circuito tampone.

Nel tipo di trasmettitore che si descrive le oscillazioni sono generate dall'oscillatore stabilizzato del Franklin, rappresentato in dettaglio nella figura 13 ([1]).

Esso comprende un circuito oscillante pilòta, anch'esso del tipo a ponte, nel quale si usano bobine e condensatori bimetallici autocompensati come nel brevetto n. 335.526 rappresentato nella figura 6, ed una serie di circuiti amplificatori stabilizzati, nei quali vengono eseguite duplicazioni o triplicazioni di frequenza a seconda delle onde impiegate.

Per evitare che questi circuiti reagiscano sul pilota, l'accoppiamento fra oscillatore e amplificatore è fatto a mezzo di valvola schermata.

Il circuito base è costituito da due triodi tipo ricevente (P. 610 ed L. 610) e funziona normalmente su frequenza fissa compresa fra i 2000 ed i 3000 kc/s, con un lasco di 60 kc/s circa da ogni lato di essa.
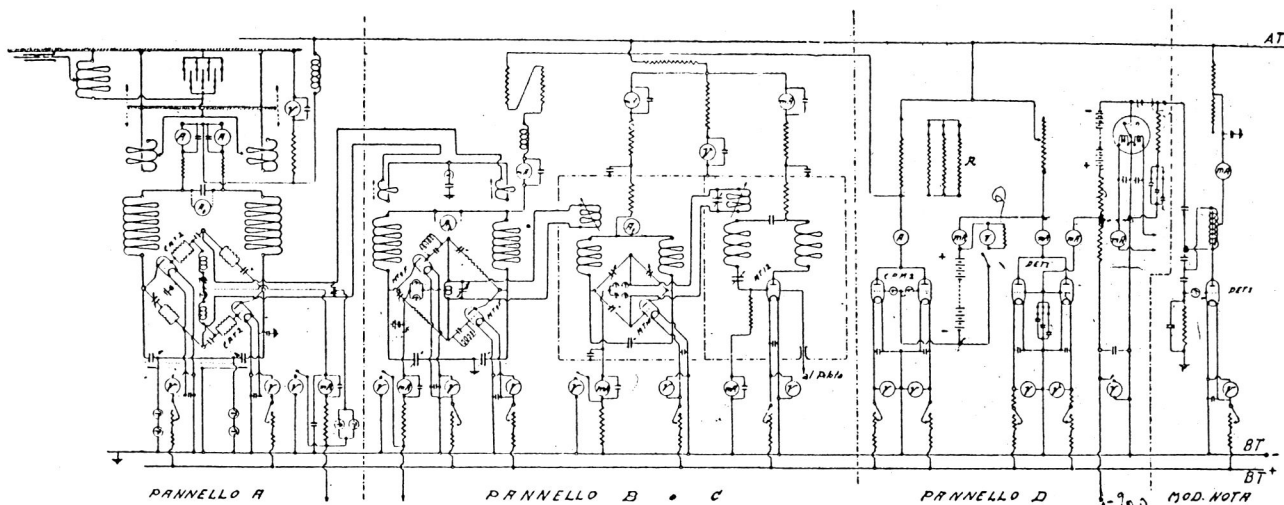
Fig. 11. — Schema di un trasmettitore completo tipo Marconi con l'assorbitore per manipolazione r. t.

Fig. 12. — Schema del magnificatore a ponte tipo Marconi.

Seguono 5 stadi amplificatori a ponte, che danno luogo ad erogazione finale di circa 10 W all'uscita dell'ultimo stadio, costituito con 4 triodi tipo P. 625.

Il circuito d'uscita del sistema suddetto va ad agire sulla griglia del triodo M. T. 12 costituente il Magnificatore n. 4 (figura 11), il quale può funzionare anche da oscillatore pilota, quando per una causa qualunque il complesso stabilizzatore Franklin andasse fuori servizio. Detto magnificatore è racchiuso in cassetta schermata. Segue il Magnificatore n. 3, disposto analogamente in uno scompartimento schermato accanto al Magnificatore n. 4 (fig. 7 *b*).

Esso è costituito da un circuito a ponte, con triodo ordinario M. T. 10, e 3 condensatori variabili di bilanciamento. Detto Magnificatore è accoppiato col circuito di griglia del Magnificatore n. 2, anch'esso del tipo a ponte, costituito con due triodi ordinari M. T. 9 F. occupanti i bracci opposti del ponte ed un condensatore di bilanciamento in ciascuno degli altri due bracci. In questi ultimi si trovano le resistenze di nichelio-cromo per il bilanciamento ohmico del ponte.

Il Magnificatore n. 2, che è contenuto nello scomparto superiore del pannello visibile nella figura 7 *b*) è accoppiato al circuito di griglia del Magnificatore finale di potenza (detto n. 1), mediante linea di alimentazione sintonizzata con capacità ed induttanze.

Il circuito oscillante dell'amplificatore di potenza (figg. 7 *a* e 11) è connesso attraverso l'altra diagonale. Nel circuito a ponte vi sono 2 triodi C. A. T. 2 a raffreddamento con circolazione di petrolio, la cui capacità è compensata da due condensatori variabili, e le solite resistenze per il bilanciamento ohmico, oltre alle autoinduzioni già accennate.

Il circuito di potenza è accordato per mezzo di due condensatori variabili in serie, il cui punto di mezzo è connesso a terra mediante lampade.

Il circuito di resa del Magnificatore di potenza consiste in un circuito sintonizzato con induttanze e condensatori regolabili, che permettono l'accordo sull'onda del trasmettitore; esso è accoppiato agli alimentatori d'antenna (feeders) mediante apposito autotrasformatore.

Il pannello detto *D* (fig. 11) comprende i circuiti di manipolazione ed assorbimento.

Il concetto che si segue in questo sistema di manipolazione è quello di mantenere costante il carico alle macchine durante la manipolazione; quindi, l'energia che non viene inviata all'antenna deve essere principalmente dissipata sulle resistenze *R* (dette assorbitrici) dello stadio di assorbimento.

A tasto abbassato, viene conferita ai triodi assorbitori, di tipo C. A. M. 2 con raffreddamento a petrolio, tensione di griglia fortemente negativa, cosicchè il Magnificatore n. 2, e di conseguenza il Magnificatore n. 1, funzionano a piena po-

([1]) Patent Specification 369.575; application date decem. 20, 1930; complete left oct. 20, 1931 - His Majesty's Stationery Office, London.

tenza, ottenendosi irradiazione di energia dall'aereo, mentre a tasto alzato le griglie dei triodi C. A. M. 2 sono rese fortemente positive, dando luogo ad una notevole corrente attraverso le resistenze *R*. In questo caso la forte caduta di potenziale attraverso le resistenze *R* deve essere tale che la tensione

Fig. 13. — Schema dell'oscillatore pilota e dell'amplificatore relativo.

risultante non sia sufficiente ad eccitare i Magnificatori 2 ed 1, cessando così l'immissione di energia oscillante sull'aereo.

Per la trasmissione con onde tipo *A* 2 si utilizza un oscillatore a frequenza musicale, che eccita in permanenza le griglie del pre-assorbitore.

6. - Impianto ausiliario ad onde corte.

Scopo di tale impianto è di svolgere comunicazioni di secondaria importanza in ore di scarso traffico, o quando i trasmettitori principali sono impiegati nel servizio di emissione « all'aria » o nel servizio R. T. F.

L'impianto di potenza 2 kW antenna, è alimentato completamente a corrente continua 120 V, e richiede per il suo funzionamento una potenza complessiva di circa 11 kW,

la griglia del 1° Magnificatore. Questo comprende un triodo M. T. 12, neutralizzato a mezzo di un condensatore, che riporta in opposta fase alla griglia le oscillazioni amplificate dalla placca.

Il circuito è, nel suo montaggio, elettricamente simmetrico e le piastre mobili, segnate con freccie circolari nello schema, servono a equilibrare le eventuali dissimmetrie del campo nell'interno del Magnificatore, oltre che a perfezionare la sintonia.

L'accoppiamento tra il primo e il secondo Magnificatore è fatto a mezzo di linea ad alta frequenza sintonizzata e di condensatori di blocco, visibili nella figura 14, che evitano il passaggio della corrente di placca alla griglia dello stadio seguente, e lo stesso dispositivo di circuito è usato nel secondo Magnificatore, che dispone di un triodo tipo M. T. 9 F.

L'ultimo stadio è costituito da due triodi tipo M. T. 9 F. e da un circuito oscillante accoppiato agli alimentatori d'antenna, mediante dispositivo d'accordo simile a quello adottato nei trasmettitori principali.

La manipolazione è eseguita a mezzo di un circuito speciale d'assorbimento costituito da un triodo M. T. 12, il quale,
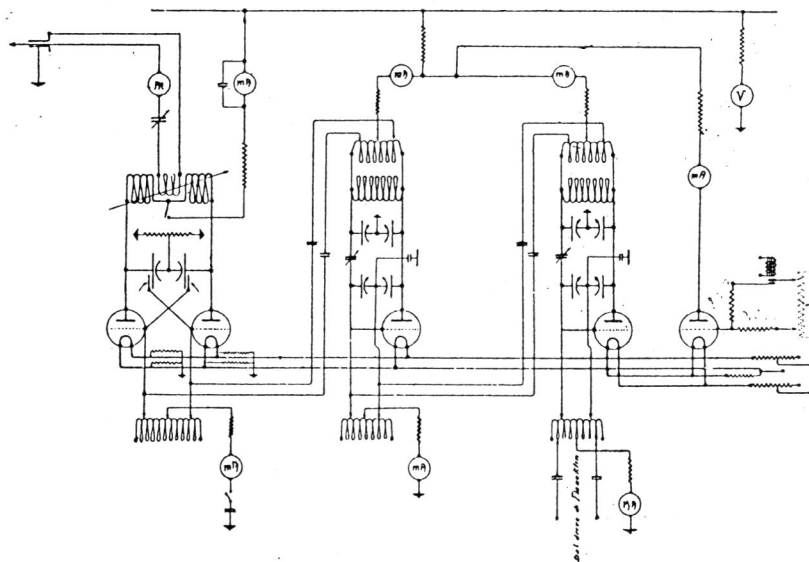
Fig. 14. — Schema del trasmettitore ausiliario ad onde corte da 2 kW.

Lo schema elettrico è riportato in figura 14, e come si vede, esso è sostanzialmente analogo a quello dei trasmettitori di alta potenza, essendovi in meno lo stadio finale a triodi raffreddati a circolazione.

Un oscillatore del Franklin, dello stesso tipo di quello usato nei trasmettitori di alta potenza, oscilla intorno ai 2000 kc/s (150 m) e a mezzo di un amplificatore moltiplicatore di frequenza a cinque stadi, va ad eccitare, alla frequenza di lavoro,

come risulta dalla figura, riceve alimentazione anodica in comune coi Magnificatori 1 e 2, attraverso apposita resistenza.

Sulla griglia di tale triodo sono connesse due resistenze, rispettivamente da 30.000 e 250 ohm, che fanno capo, una al polo negativo e l'altra al positivo di un sistema potenziometrico da 2700 ohm, il cui positivo viene connesso variabilmente a mezzo del relais di manipolazione.

A tasto abbassato (relais aperto), la griglia del triodo as-

sorbitore è fortemente negativa, non vi è corrente di griglia ed il suo circuito di placca non consuma, cosicchè i due stadi 1 e 2 sono alimentati a mezzo della resistenza assorbitrice, in cui ha luogo una caduta di tensione prevista per il normale funzionamento dei due Magnificatori.

A tasto alzato, si chiude il relais; la griglia è alimentata contemporaneamente dal — e dal + del potenziometro; ma data la diversità dei valori delle due resistenze, prevale la carica positiva, il che dà luogo ad una corrente di griglia notevole ed a una intensa corrente anodica.

Questo forte consumo provoca una notevole caduta di tensione nella resistenza assorbitrice e conseguente abbassamento della tensione anodica nei Magnificatori 1 e 2, bloccando il funzionamento dello stadio 3, per cui cessa la somministrazione di energia all'aereo.

La trasmissione con onde modulate (tipo A_2) è ottenuta a mezzo di un commutatore rotante a velocità uniforme, inscritto sul polo positivo del potenziometro, e provveduto di tre velocità, corrispondenti a tre note diverse di emissione.

l'angolo d'inclinazione di 10° circa. La distribuzione di corrente si rileva dalle figure 21 *a*, *b*, corrispondenti rispettivamente all'onda più lunga ed a quella più corta per cui è regolato l'impianto principale.

L'energia ad alta frequenza prodotta nei trasmettitori è convogliata agli aerei mediante apposite linee alimentatrici del tipo a tubi di rame concentrici e poichè si può trasmettere al massimo con due sole onde, per le quattro antenne dell'impianto sono stati sistemati due alimentatori paralleli, lunghi all'incirca 350 m e di impedenza caratteristica 70 ohm. Ognuno di essi termina ad una cassetta di derivazione, che permette la commutazione su due antenne sintonizzate di ognuno dei trasmettitori.

Così uno dei feeders può servire alternativamente per le onde $16^m,9$ e $23^m,45$ e l'altro per le onde $35^m,8$ e $45^m,1$.

Nella figura 16 si ha una veduta d'insieme delle antenne e della linea di alimentatori tubolari che le collega all'edificio-stazione.
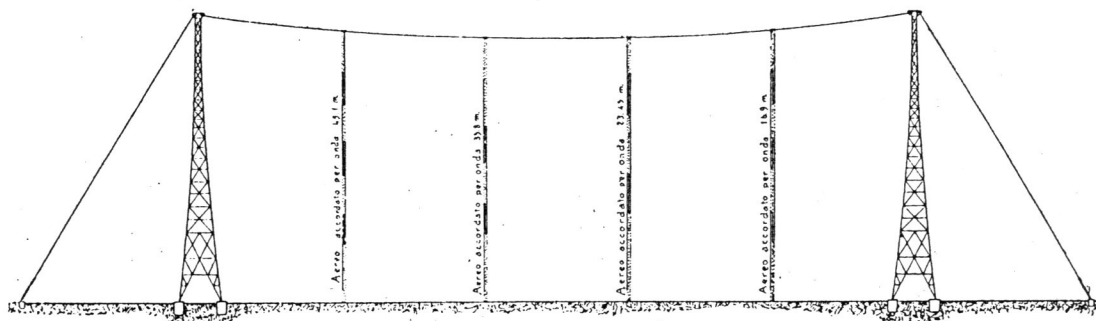
Fig. 15. — Schema degli aerei omnidirezionali Franklin pei trasmettitori ad onda corta Marconi.

7. - Antenne e rispettivi alimentatori degli impianti ad onda corta.

L'impianto principale ad onda corta da 14 kW è stato provveduto di 4 antenne omnidirezionali del cosidetto tipo uniforme, a greche, del Franklin, che è usato normalmente nelle stazioni a fascio. Per rendere minimi gli effetti di assorbimento e le influenze dei padiglioni ad onda media e lunga, le antenne ad onda corta sono state innalzate a circa 300 m dall'edificio-stazione, secondo la disposizione visibile nella figura 15. Ogni antenna è sintonizzata per una delle 4 onde di servizio dell'impianto principale, e cioè:

17750 kc/s (m 16,901)
12795 kc/s (m 23,45)
8380 kc/s (m 35,80)
6650 kc/s (m 45,10)

Le antenne uniformi sono fissate ad apposita draglia di acciaio, lunga 180^m, passante in carrucole disposte alla som-
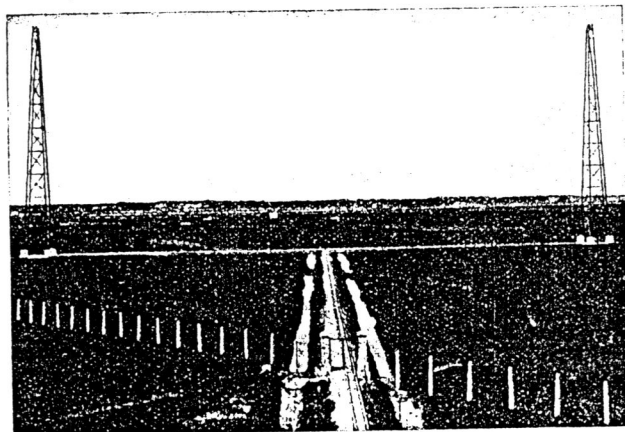
Fig. 16. — Torri di sostegno e linee di alimentatori delle antenne ad onde corte.

mità di 2 torri a traliccio senza stralli, tipo Savigliano, alte 60^m, e fissate ai due estremi sul terreno mediante solidi blocchi di fondazione.

Tali antenne garantiscono l'irradiazione massima secondo

Come è noto l'impedenza caratteristica di un alimentatore del tipo a tubi concentrici si può calcolare approssimativamente con la formula:

$$Z_o = 60 \log_e \frac{R_e}{R_i}$$

dove R_e ed R_i rappresentano rispettivamente il raggio interno del tubo esterno, e l'esterno del tubo interno [5].

Tanto negli impianti trasmittenti di Coltano quanto in quelli riceventi di Nodica, nei quali è usata un'identica disposizione d'aerei, il rapporto R_e/R_i è tenuto costante, pur variando i singoli valori di R_e e R_i. Ciò allo scopo di semplificare la regolazione, che può essere fatta con un unico impedenzimetro regolato su 70 ohm.

Nei trasmettitori di alta potenza

$$R_e = 40 \text{ mm}; \quad R_i = 12,5 \text{ mm}$$

$$\log_e \frac{R_e}{R_i} = \log_e 3,2 = 1,16; \quad Z_o = 60 \times 1,16 = 70 \text{ ohm}.$$

Come è noto, le dimensioni assolute di R_i e R_e variano a seconda delle tensioni in giuoco, affinchè lo spessore della corona d'aria interposta fra le due armature dell'alimentatore abbia una sufficiente rigidità per evitare scariche disruptive tra le armature stesse. La terminazione dal lato dell'aereo va regolata al valore Z_o.

Questa regolazione è necessaria allo scopo di non avere il fenomeno delle onde stazionarie, ossia affinchè tutta l'energia convogliata dall'alimentatore passi all'antenna e non venga riflessa lungo l'alimentatore stesso.

La regolazione viene fatta una volta per sempre per una data frequenza, e tre amperometri inseriti alla partenza, a distanza diversa da multipli dispari di $\lambda/8$, devono segnare costantemente valori eguali a regolazione efficiente.

La diversità di uno dei valori indica presenza di riflessione.

Dallo schema riportato nella figura 17 si scorge che l'unione degli alimentatori concentrici ai rispettivi terminali è fatta a mezzo di bobine d'accordo ad autotrasformatore, per la regolazione delle quali risulta molto pratico un metodo di sostituzione, con impedenzimetro: questo è in sostanza un cir-

---

(5) Nella ipotesi che, essendo trascurabili la resistenza dei conduttori e la conduttanza del dielettrico, l'impedenza si riduca ad una quantità reale.

cuito come quello della figura 18, comprendente in serie una induttanza L_1, una capacità variabile C_1, un termoamperometro A_t e una resistenza fissa R_0 di 70 ohm.

Per la regolazione si opera nel seguente modo (vedi figura 19):
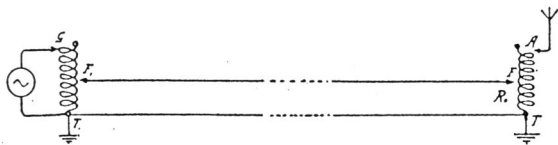
Fig. 17. — Schema di collegamento fra il generatore, l'alimentatore e l'antenna.

Si eccita il trasmettitore in modo da erogare circa 1 A sul circuito dell'alimentatore e si interrompe questo in un punto prossimo alla cassetta d'aereo. Si connette il lato dell'alimentatore verso il trasmettitore ad una bobina che si accoppia all'autoinduzione dell'impedenzimetro.

Se L_1 è opportunamente scelto per la frequenza di lavoro, manovrando C_1 si troverà all'incirca a metà quadrante la posizione di sintonia indicata dalla massima deviazione del termoamperometro A_t.

Se ora ad R_0 sostituiamo il tratto di alimentatore verso l'aereo, avremo dei valori diversi di sintonia e di corrente.
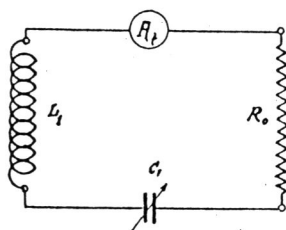
Fig. 18. — Schema dell'impedenzimetro.

Variando opportunamente le prese dell'autotrasformatore d'aereo, potremo ricondurre le letture a quelle precedenti, e ciò significa che si è raggiunto l'equilibrio.

Nella figura 20 è dato il disegno di dettaglio di uno degli aerei uniformi sistemati a Coltano e del suo attacco all'alimentatore.

Anche per l'impianto ausiliario da 2 kW sono stati sistemati due aerei a greca del tipo uniforme, a conveniente distanza dall'edificio, impiegando due separati alimentatori a tubi concentrici, i cui raggi, data la minore potenza in giuoco, sono: quello esterno (R_e) di 29 mm, e quello interno (R_i) di 9 mm.
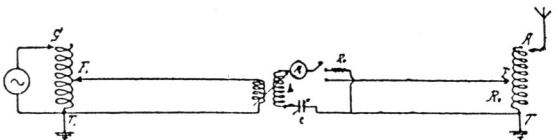
Fig. 19. — Regolazione di un alimentatore d'antenna.

Gli aerei sono sostenuti da apposita draglia in acciaio fissata, da un capo, ad una delle torri da 250^m dell'impianto ad alternatori di alta frequenza e dall'altro, all'edificio. Attualmente tali antenne sono sintonizzate per le onde di 23^m,5 e 35^m,8.

8. - Impianti trasmittenti ad onda media.

Gli impianti trasmittenti ad onda media (600 - 2400 m) furono costruiti nell'officina radio del R. Arsenale di La Spezia e comprendono 2 trasmettitori da 1,5 kW-antenna ed un trasmettitore da 5 kW-antenna.

Lo schema di principio dei trasmettitori da 1,5 kW è quello riportato nella figura 22. Sono, cioè, dei trasmettitori del tipo navale più semplice, alla cui alimentazione, sia anodica che dei filamenti, viene provveduto con appositi gruppi rotanti, che forniscono tensione 220 V a frequenza 500 per., uniti ad appositi trasformatori e rettificatori termoionici.

Uno dei trasmettitori è sintonizzato per l'onda internazionale di chiamata e soccorso 500 kc/s (600 m) e vi è la possibilità di passare, in tempo brevissimo, all'onda di lavoro 428,5 kc/s (700 m) che è impiegata nella trasmissione dei marconigrammi.

Analogamente, l'altro trasmettitore da 1,5 kW è regolato sull'onda di chiamata 142,8 kc/s (2100 m) e può emettere l'onda di lavoro 125 kc/s (2400 m).
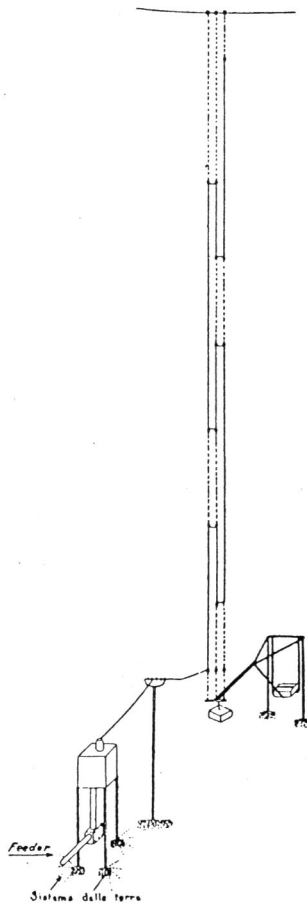
Fig. 20. — Dettaglio di uno degli aerei uniformi.
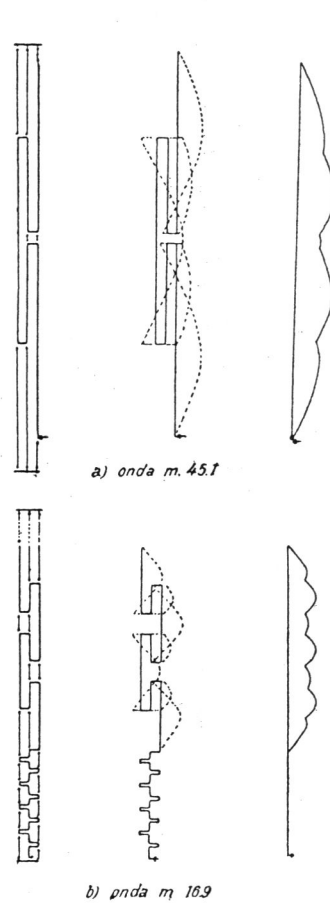
Fig. 21. — Schema geometrico e distribuzione di corrente nell'antenna uniforme.

Uno dei due trasmettitori può essere alimentato da accumulatori, per permettere le comunicazioni con i piroscafi anche in caso di interruzione della energia stradale.

Il trasmettitore da 5 kW-antenna (fig. 23) serve unicamente per le comunicazioni a media e grande distanza nella banda 2000 - 2400 m assegnata ai servizi marittimi, ed è costituito secondo lo schema indicato nella figura 24. Esso comprende, cioè, due sistemi rettificatori, un circuito pilota, un amplificatore intermedio, un amplificatore di potenza ed il circuito di antenna.
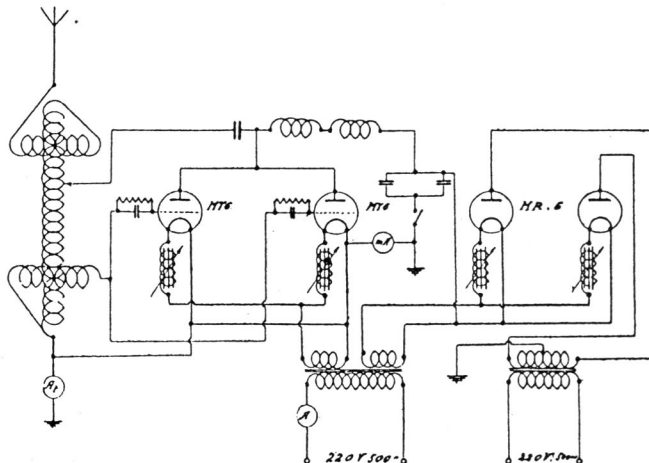
Fig. 22. — Trasmettitore R. M. da 1,5 kW.

Il pilota è costituito da un circuito auto-oscillatore Colpitts modificato, costituito da un triodo M. T. 4, alimentato come in figura, ed accuratamente schermato. Normalmente è eccitato con tensione anodica 220 V, 50 mA e dà nel circuito oscillante una corrente di 3 A.
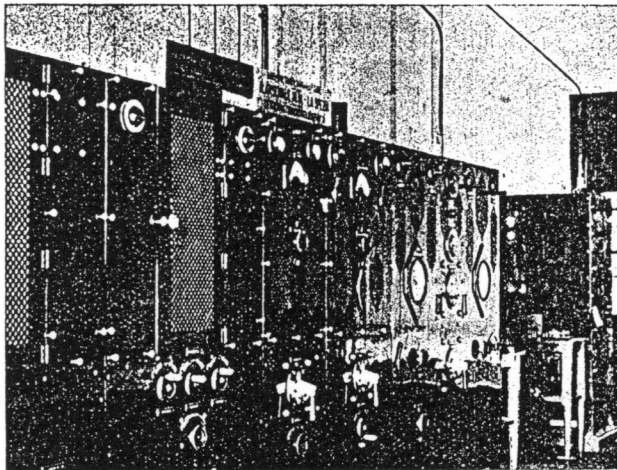
Fig. 23. — Vista del trasmettitore R. M. da 5 kW.

L'*Amplificatore intermedio* è costituito da un triodo M. T. 9 collegato, a monte al pilota, attraverso il circuito di manipolazione, e a valle con l'amplificatore di potenza.

Il circuito di detto amplificatore non è neutralizzato, avendo caratteristiche tali da impedire l'autoinnesco delle oscillazioni.

Altro rettificatore separato fornisce il potenziale negativo di 500 V ai tubi amplificatori.

Per il funzionamento dei varî impianti ad onda media sono state disposte delle antenne separate, facenti capo ad una delle torri da 250 m, e la sistemazione è fatta in modo da permettere la trasmissione simultanea con 600 m (oppure 700 m) e con 2100 m (oppure 2400 m).

Si riportano i dati di alcune misure fatte sulle antenne per onde medie.

Antenna trasmittente 600 m:

Onda fondamentale $388^{m},5$; capacità equivalente 0,000407 μF.
Induttanza: 104 μH.
Resistenza complessiva onda 500 kc/s (600 m): 12,5 ohm.

Antenna trasmittente 2100-2400 m:

Onda fondamentale: 1090 m.
Capacità equivalente: 0,0035 μF.
Induttanza: 950 μH.
Resistenza complessiva onda 125 kc/s (2400 m): 5,2 ohm.

La presa di terra è comune ai vari trasmettitori ad onda media ed è costituita da una raggiera di 200 fili di 200 m, posti a ventaglio sotto gli aerei e collegati alle prese di terra degli alternatori ad A. F.

9. - Stazione ricevente duplex di Nodica.

Per l'esecuzione del servizio duplex con navi, sia alle medie che alle grandi distanze, venne opportunamente trasformata ed ingrandita la stazione, costruita a suo tempo dalla Società Italo Radio, a Nodica, nelle vicinanze di Migliarino Pisano, per l'analogo servizio tra punti fissi, impiegando onde
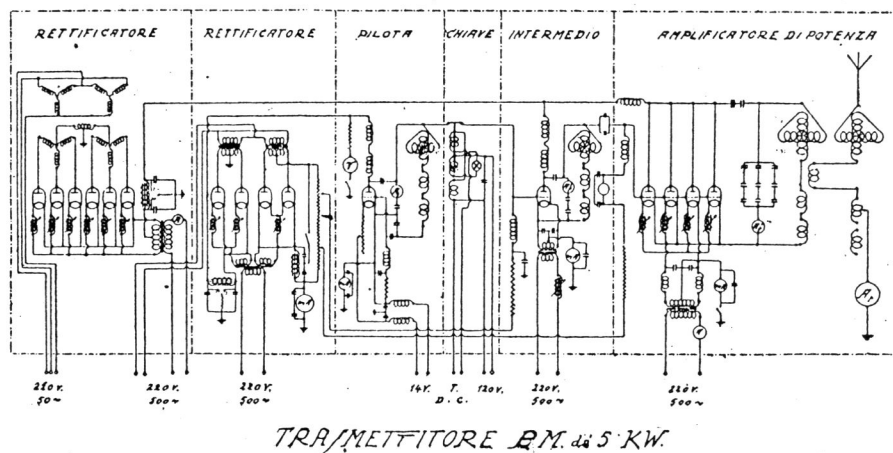
Fig. 24.

L'alimentazione anodica è di 10.000 V, 200 mA e la corrente di resa in alta frequenza di 5 A. Anche questo circuito è interamente schermato dal precedente e dal seguente.

L'*Amplificatore di potenza* è costituito con quattro triodi M. T. 9 in parallelo, ed è accoppiato all'antenna in modo indiretto. L'alimentazione anodica è di 10.000 V, 1 A e la corrente di griglia 250 mA. La corrente finale immessa sull'antenna in funzionamento normale è di 30 A.

Il sistema usato per la manipolazione consiste nell'interrompere la connessione ad alta frequenza tra pilota ed amplificatore intermedio, a mezzo di apposita chiave magnetica schermata inserita in un nodo di corrente. La velocità di manipolazione raggiunge i 150 caratteri al minuto ed è più che sufficiente per la ricezione auricolare sui piroscafi.

Come risulta dalla figura 24 l'accensione di tutti i filamenti dei triodi è ottenuta a corrente alternata, ~~salvo quella dei tubi costituenti il pilota, fatta con accumulatori~~.

Per quanto riguarda l'alimentazione anodica, il pilota ha un proprio rettificatore, che fornisce la tensione continua 5000 V, e l'amplificatore intermedio e quello di potenza sono alimentati da un sistema rettificatore a 10.000 V.

lunghissime (figg. 26 e 27). L'edificio principale (fig. 28) comprende attualmente una sala per ascolto su onde corte, una sala per ascolto su onde medie, una sala per il servizio radiotelefonico, l'ufficio telegrafico ed altri locali per il macchinario, gli accumulatori e per servizi vari.

Nella sala Onde Corte (fig. 29) sono sistemati su apposito banco 4 ricevitori accoppiati ad altrettanti aerei, con l'intermediario di alimentatori d'antenna (feeders), dello stesso tipo impiegato per i trasmettitori, ma di diametro assai minore (tubo esterno mm 45, interno mm 14).

Tre dei suddetti aerei sono del tipo uniforme Marconi a greca, e sono sintonizzati rispettivamente per le onde di trasmissione da bordo $17^{m},9$ - $23^{m},9$ - $35^{m},3$, mentre il quarto è un semplice aereo monofilare. In tal modo, 3 dei ricevitori corrispondenti sono destinati all'ascolto fisso sulle onde sopra indicate, mentre il quarto funziona da ricevitore aperiodico e viene impiegato normalmente per la ricerca delle stazioni.

I quattro anzidetti aerei sono sostenuti verticalmente mediante una draglia orizzontale passante per le estremità di due torri in ferro a traliccio, senza stralli, tipo Savigliano, alte ognuna 60 m, con una disposizione del tutto simile a quella

delle antenne di trasmissione, rappresentata dalla figura 16. E così pure, per i dettagli degli aerei e dei rispettivi feeders
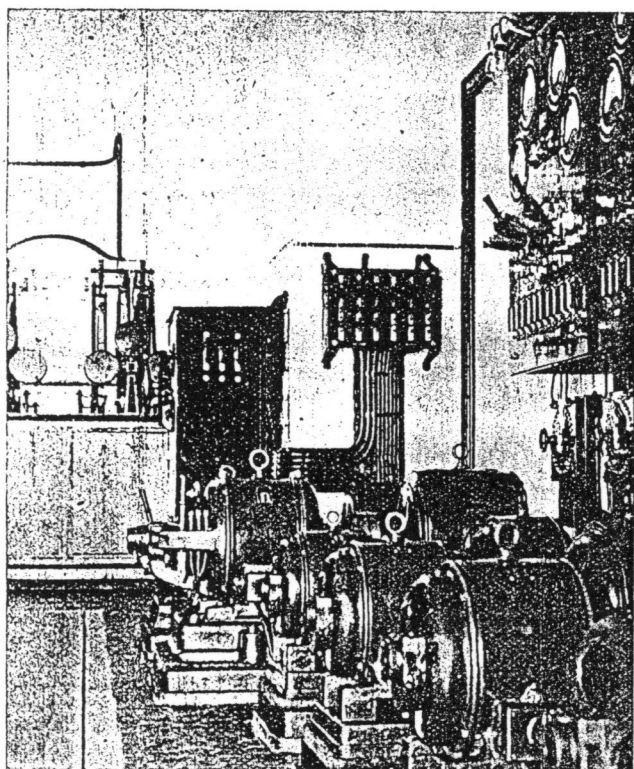
Fig. 25. — Macchinario delle stazioni ad onda media.

valgono le stesse considerazioni fatte per i rispettivi aerei e feeders di trasmissione.
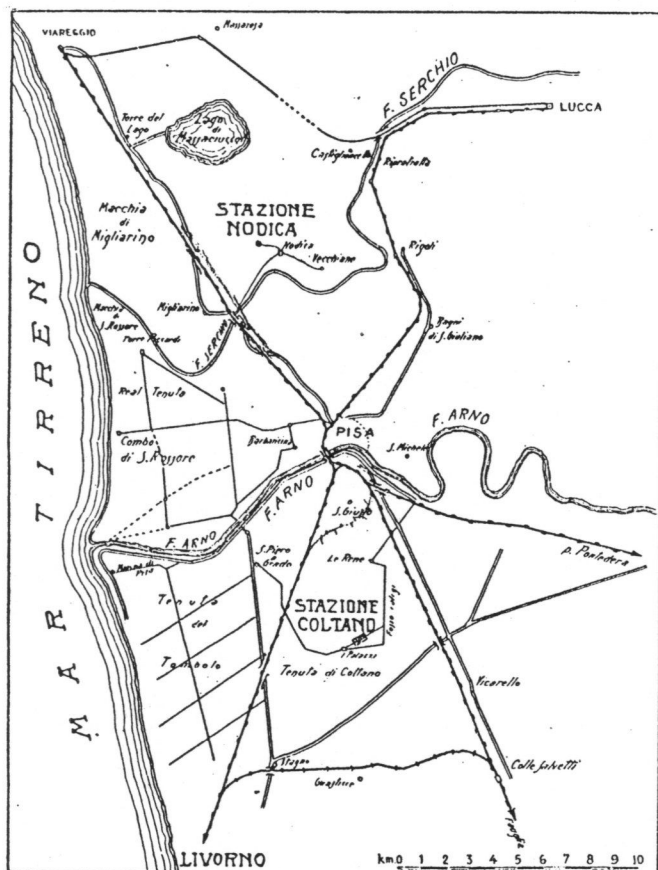
Fig. 26. — Disposizione topografica delle stazioni di Coltano e Nodica.

I quattro ricevitori Marconi sistemati nella sala principale per l'ascolto su onde corte corrispondono allo schema di principio della figura 30 e comprendono due stadi di amplificazione ad alta frequenza, di cui uno con triodo schermato,
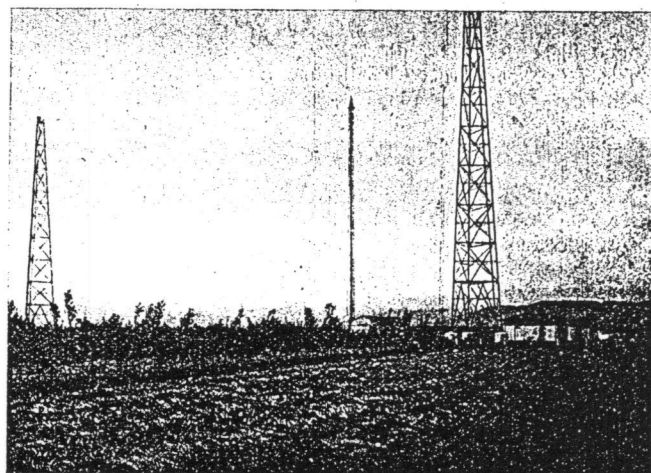
Fig. 27. — Veduta d'insieme della stazione ricevente di Nodica presso Migliarino Pisano.

uno stadio di rivelazione e due stadi di amplificazione a bassa frequenza, tutti accuratamente schermati.
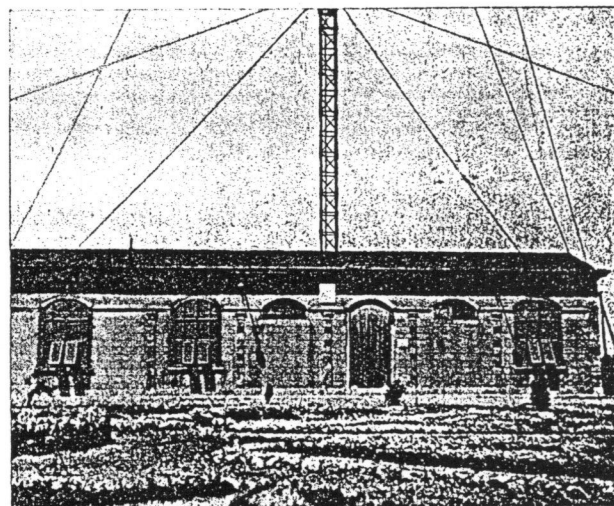
Fig. 28. — Edificio principale di Nodica.

Un quinto ricevitore dello stesso tipo è sistemato provvisoriamente in altra sala, perchè collegato ad un'antenna direttiva a dipoli orizzontali in via di esperimento.

Fig. 29. — Sala degli ascolti ad onde corte a Nodica.

Anche per la regolazione degli aerei riceventi uniformi si seguono le stesse norme a cui si è già accennato a proposito

delle antenne trasmittenti, impiegando un impedenzimetro tarato ed un oscillatore a ponte, corrispondente allo schema della figura 31.

Nella sala di ascolto per onde medie si trovano in funzione n. 4 ricevitori, dei quali uno è connesso ad uno speciale aereo per l'ascolto sull'onda internazionale di chiamata 500 kc/s (600 m) ed un altro ad un separato aereo per l'analogo ascolto su 142,8 kc/s (2100 m). Gli altri due entrano in servizio quando si deve ricevere traffico ad onda media da più di due navi.

La stazione ricevente di Nodica è provveduta di un ufficio telegrafico completo nel quale si trovano alcune macchine stampanti Hughes per il servizio diretto sui circuiti Nodica-Pisa, Nodica-Roma e Nodica-Genova, e macchine Morse per i collegamenti con Livorno, Firenze ed altri uffici.

Nell'edificio principale sono inoltre sistemate 20 batterie di accumulatori di capacità variabile dai 6 ai 250 A. O., con tensione da 250 V a 6 V, per il servizio dei ricevitori e per la manipolazione a distanza dei trasmettitori, ed in altro edificio separato sono disposte due batterie di accumulatori stazionari da 120 V, 120 A. O., per il servizio Luce di soccorso, motorini della Hughes, relais vari, ecc.

Fig. 31. — Schema dell'oscillatore a ponte per la regolazione degli aerei e feeders di ricezione.

Alla carica di queste ultime si provvede con apposito gruppo convertitore da 7 kW, alimentato con energia stradale 260 V, 50 periodi, ed alla carica delle batterie di accensione ed anodiche mediante due gruppetti convertitori della stessa corrente stradale, costituiti ognuno da un motore asincrono trifase accoppiato coassialmente con 2 dinamo 170 V e 12 V, di potenza 1,2 kW.

Non essendo ormai concepibile il servizio duplex, specie con le navi in alto mare, manipolando i trasmettitori sul posto, vennero dedicate le maggiori cure all'organizzazione di un sistema di manipolazione degli apparati a distanza, al fine di permettere l'esecuzione di vari servizi in modo simultaneo, e perchè le risposte a chiamate di navi al largo avvenissero in modo pressochè istantaneo.

Il collegamento elettrico fra le stazioni di Nodica e la centrale trasmittente di Coltano è fatto attraverso un cavo sotterraneo di tipo telefonico, che dispone di 12 coppie sul tratto Nodica-Pisa e di 8 coppie su quello Pisa-Coltano, e viene utilizzata altresì una linea aerea a 6 fili distesa sull'intero percorso Nodica-Pisa-Coltano.

Gli organi di manipolazione sono disposti in modo che ognuno degli operatori di servizio ha la possibilità di servirsi alternativamente di uno stesso trasmettitore in funzione, per rispondere, su di una determinata onda, a chiamate di navi

Fig. 30. — Schema dei ricevitori ad onde corte Marconi.

al largo, o per trasmettere marconigrammi, ecc. Ciò permette di svolgere contemporaneamente tre, od anche quattro servizi ad onda corta e due o tre servizi ad onda media, e di stabilire comunicazioni con 7 navi mercantili nello stesso tempo, quando ciò si rendesse necessario.

Alcuni dei servizi vengono svolti con trasmissioni automatiche impiegando macchine del tipo Wheatstone, inserite sulla linea a mezzo di relais ausiliari.

10. - Impianto radiotelefonico.

A tale impianto, già previsto nel piano di riorganizzazione dei servizi radiomarittimi italiani, elaborato nel 1928-929, venne posto mano sul finire del 1931, dopo avere accertato, in circa due anni di esercizio, l'ottimo rendimento ottenuto nelle comunicazioni telegrafiche ad onda corta col naviglio mercantile.

Per quanto riguarda la trasmissione, fu ritenuto conveniente, anzichè di sistemare nuovi complessi separati, di eseguire la modulazione su ognuno dei trasmettitori principali da 14 kW, dei quali era già provveduta la centrale trasmittente di Coltano. Per contro, nella stazione ricevente di Nodica si dovette sistemare una nuova apparecchiatura ricevente completa, ed altra apparecchiatura terminale per l'inoltro delle conversazioni r. t. f. sulle linee urbane.

A) *Modulatore di trasmissione.*

Nella figura 32 è data una chiara veduta del pannello di modulazione e del relativo pannello di controllo sistemati nella trasmittente di Coltano. Detto modulatore, che viene connesso separatamente ad ognuno dei due trasmettitori principali, a seconda dell'onda scelta per la conversazione, è costituito secondo il noto schema a corrente costante (fig. 33) e comprende due stadi premodulatori con triodi a raffreddamento naturale in aria ed un modulatore principale con triodi C. A. M. 3, del tipo ad anodo raffreddato con circolazione di petrolio. L'impedenza di Heising, del valore di 12 H, è costituita da due bobine a nucleo di ferro immerse nell'olio. La tensione anodica occorrente ai triodi del pannello modulatore è derivata dalle stesse macchine ad A. T. da 30 kW che alimentano gli anodi dei pannelli trasmettitori, mentre l'accensione dei filamenti è provveduta da apposito gruppo rotante, disposto nella sala macchine d'accensione.

Nella fig. 34 è riprodotto lo schema complessivo di un trasmettitore da 14 kW unito al modulatore, e da esso si scorge che il modulatore sostituisce completamente il sistema assorbitore usato per l'emissione r. t. (fig. 11).

Il pannello visibile nella parte destra della figura 32 comprende:

a) Organi per il controllo delle varie tensioni, sia di accensione che anodica, e per la verifica ed il collaudo delle valvole.

b) Un generatore musicale a 1000 periodi, impiegato per la modulazione sinusoidale del trasmettitore, quando ciò è necessario, e per misure di livello.

Fig. 32. — Veduta del modulatore e pannello di controllo nella stazione di Coltano.

c) Un voltmetro termoionico connesso ad un amplificatore a resistenza e linee artificiali di attenuazione, per misure varie.

d) Alcune unità di linee artificiali, un pannello a jacks, un microfono per la prova del modulatore, un ricevitore per il controllo della modulazione e parti accessorie varie.

mento, con primario aperiodico e secondario sintonizzabile a mezzo di condensatori variabili.

2°) *Amplificatori di A. F. a circuito simmetrico a quattro stadi, con valvole schermate*, ed accoppiamenti a condensatori.

3°) *Primo rivelatore*, anch'esso a schema simmetrico. Ad esso è collegata l'eterodina a mezzo di uno stadio amplificatore funzionante sulla seconda armonica dell'oscillazione fondamentale.

4°) *Eterodina*.

5°) *Stadio armonico di amplificazione*, per rendere la sintonia dell'eterodina indipendente da quella del primo rivelatore.
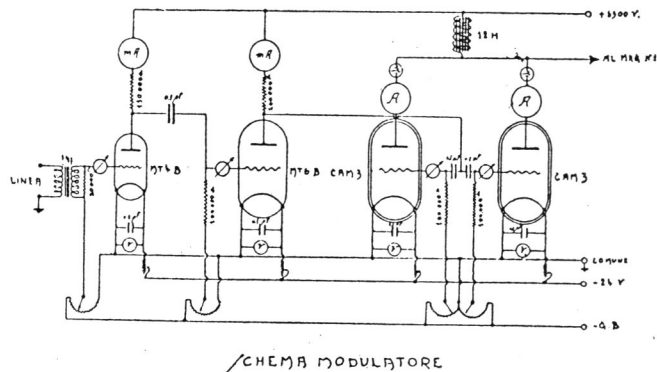
Fig. 33. — Schema del modulatore.

6°) *Amplificatore di media frequenza* (175 kc/s) *a 5 stadi*, con filtro di banda per ogni stadio.

7°) *Secondo rivelatore a circuito bilanciato*. Esso è accoppiato ad un regolatore automatico di livello che agisce sui potenziali negativi della media frequenza e del rivelatore stesso, in modo da mantenere costante il livello d'uscita.

8°) *Amplificatore a B. F. a due stadi*, capace di fornire amplificazione massima di 40 decibel.

Tutte le unità costituenti il ricevitore sono accuratamente schermate e montate su di un telaio di ferro che alloggia inoltre un pannello di controllo e misura, un generatore musicale a 1000 periodi, un voltmetro termoionico, un pannello d'inserzione a jacks ed un trasformatore di linea terrestre con filtri
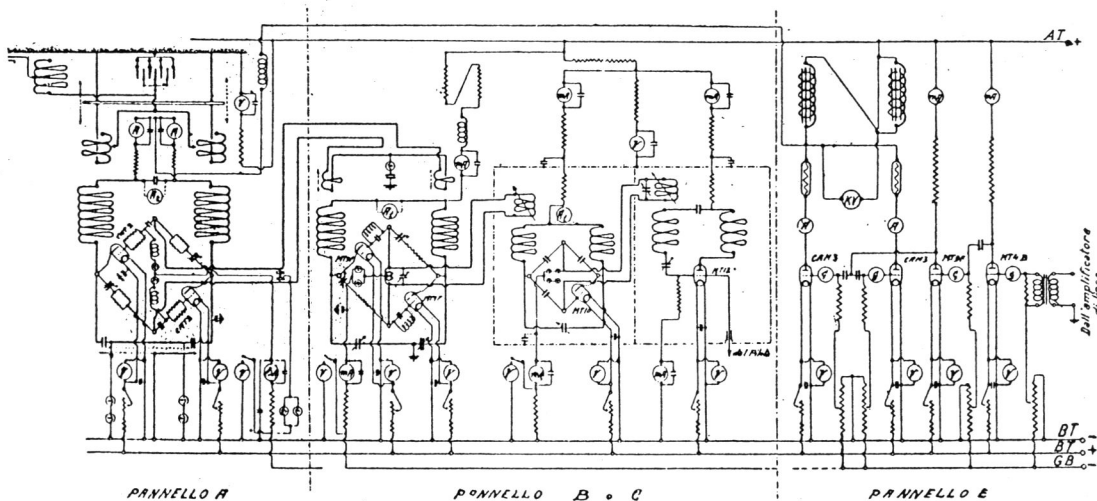
Fig. 34. — Schema completo di un trasmettitore da 14 kW modulato.

B) *Sistemazione r. t. f. ricevente e terminale.*

Nella figura 35 è data una vista assai chiara dell'apparecchiatura ricevente, sistemata in apposita sala dell'edificio di Nodica e la figura 36 è un'analoga veduta dell'impianto terminale.

Il complesso ricevente è del tipo a doppia eterodina e comprende i seguenti circuiti (fig. 37):

1°) *Circuito d'ingresso e di accoppiamento all'alimentatore d'antenna*, costituito da un trasformatore di accoppia-

di banda, ed altri accessori del tutto analoghi a quelli di cui è provveduto il pannello ausiliario posto nella stazione trasmittente.

Il ricevitore può essere collegato a mezzo di 4 cassette di commutazione ad uno dei quattro aerei omnidirezionali a greche accordati rispettivamente sulle onde 35^{m},9; 23^{m},1; 17^{m},9, oppure sull'aereo aperiodico, od anche su apposite antenne riceventi a fascio, testè sistemate in via sperimentale.

Il tipo di ricevitore sopra descritto è stato particolarmente studiato per un servizio R. T. F. commerciale a grande

distanza, e consente quindi una notevole amplificazione dei segnali telefonici, anche se debolissimi.

È però necessario che l'onda supporto dei segnali in arrivo abbia assoluta stabilità, in quanto la presenza dei vari circuiti sintonizzati e l'impiego di filtri con banda assai ristretta causerebbe distorsione e finanche l'annullamento completo del segnale, quando l'onda suddetta variasse di soli pochi kilocicli attorno alla frequenza di lavoro.

Con tale tipo di ricevitore, in cui si raggiunge un massimo di amplificazione sia sull'alta che sulla bassa frequenza, vengono naturalmente esaltati, fino a valori notevoli, tanto il livello del segnale in arrivo quanto quello del rumore di fondo. E poichè per avere una buona intelligibilità della voce è necessario che il livello di questa superi di almeno 40 db il livello del rumore, occorre, per il regolare svolgimento delle conversazioni, che il campo del segnale in arrivo al ricevitore sia almeno dell'ordine dei 10^{-7} volt per metro.

Fig. 35. — Veduta dell'apparecchiatura radiotelefonica ricevente nella stazione di Nodica.

Pertanto, quando trattasi di realizzare conversazioni a grande distanza, con stazioni di navi la cui potenza in antenna non può essere superiore ai 2 kW, occorre operare la necessaria concentrazione del campo utile alla ricezione, utilizzando speciali aerei composti di cortine di dipoli disposti a fascio direzionale ([6]).

Il terminale telefonico per l'inserzione del ricevitore sulle linee comprende un complesso di apparecchi ben noti ai tecnici delle comunicazioni e delle radiocomunicazioni, che non è qui il caso di descrivere.

I principali di essi sono:

1°) Un pannello di controllo delle alimentazioni e delle valvole.

2°) Un generatore a 1000 periodi per la produzione del livello zero (1 milliwatt in un circuito di 600 ohm), oppure per la sintonizzazione del corrispondente e per la trasmissione col tono.

3°) Un voltmetro a valvola per le misure di livello.

4°) Un banco telefonico con innesti a spina e commutatori per il collegamento dei vari apparati fra loro, nonchè per la regolazione e il controllo delle comunicazioni nei due casi.

5°) Filtri di banda pei circuiti telefonici in arrivo e in partenza.

6°) Amplificatori di linea, di riserva.

7°) Soppressore d'eco di ricezione e soppressore d'eco di trasmissione.

Ed inoltre, apparecchi telefonici di chiamata, bobine ibride e dispositivi di compensazione, linee artificiali di attenuazione, microfoni e cuffie di controllo a padiglioni indipendenti (uno sulla trasmissione ed uno sulla ricezione) per uso dell'operatore locale, ecc.

In sostanza, il terminale non differisce da quelli usati normalmente per passare dai sistemi telefonici a quattro fili a quelli a due fili, tanto nella telefonia a grande distanza quanto nei collegamenti R. T. F. transatlantici e nei vari ponti radio. Esso permette di fare agevolmente tutte le misure inerenti alla pratica del servizio, e particolarmente la misura dei livelli in trasmissione ed in ricezione, e quella del livello del rumore, oltre a tutte le altre svariate operazioni che sono richieste per l'allacciamento delle comunicazioni fra gli abbonati di terra ed i passeggeri di bordo ([7]).

C) *Dati e misure.*

a) *Dati di funzionamento dell'impianto modulatore.*

Impedenza d'ingresso all'alimentatore d'antenna: 70 Ω.

Corrente portante: 9,8 A.

Corrente normale sotto modulazione a 1000 periodi: 10,6 A.

Potenza normale portante: 6,7 kW.

Lettura al kilovoltmetro di modulazione: 3 kV.

Percentuale di modulazione: 53,8 %.

Tensione normale di eccitazione: 6000 V.

Corrente I_0 agli anodi dei triodi C. A. T. 2: 1,5 A.

Corrente I_0 agli anodi dei triodi C. A. M. 3: 1,4 A.
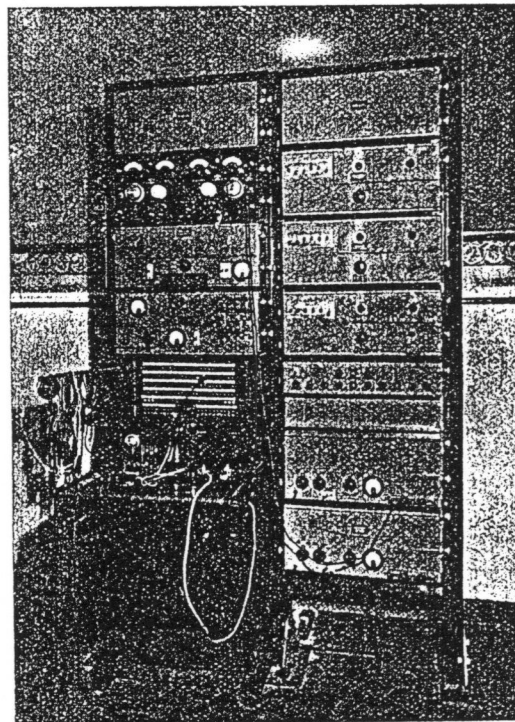
Fig. 36. — Veduta del terminale r. t. f. nella stazione di Nodica.

b) *Misura della percentuale massima di modulazione.*

A tenore di contratto, la percentuale di modulazione doveva essere del 60 % calcolata sull'80 % della potenza disponibile nel trasmettitore in telegrafia.

Si è impiegato nella misura il trasmettitore n. 1 (onda $23^m,45$).

Pertanto si sono prese le misure sul magnificatore di potenza nella trasmissione con onde persistenti (cioè in corrispondenza della maggiore potenza irradiata), ottenendo le seguenti letture:

([6]) Un aereo a fascio di questo genere è stato adottato per le conversazioni telefoniche con i piroscafi che fanno le linee dell'Estremo Oriente, per le quali riesce più difficoltosa la comunicazione.

([7]) Cfr. a questo riguardo: G. Pession - G. Montefinale: *Il problema della telefonia commerciale fra navi e coste,* in « Dati e Memorie sulle Radiocomunicazioni », anno 1932 - X.

Tensione anodica 6500 V.
Alimentazione triodo sinistra: 900 mA.
Alimentazione triodo destra: 900 mA.
Lettura agli amperometri sull'alimentatore d'antenna 11 - 10 - 11,5 equivalenti ad una corrente media sull'alimentatore di 10,8 A, e quindi alla potenza immessa nell'alimentatore (di resistenza 70 ohm) di $10{,}8^2 \times 70 = 8{,}1$ kW.

Eseguita detta misura, si è regolato lo stesso trasmettitore in modo da ottenere una potenza immessa nell'alimentatore pari all'80 % della potenza sopra indicata, e cioè di 6,5 kW. A tale potenza corrispondeva la corrente sull'alimentatore di:

$$I = \sqrt{\frac{6{,}5 10^3}{70}} = 9{,}6 \text{ A.}$$

Il trasmettitore dava infatti la seguente lettura:
Tensione anodica: 5800 V.
Corrente triodo Sn: 780 mA.
Corrente triodo Ds: 780 mA.
Letture amperometri alimentatore: 9,6 - 9 - 10,2 equivalenti ad una corrente media di alta frequenza di 9,6 A.

Con tali letture del trasmettitore si è acceso il modulatore e lo si è attivato, ottenendo una deviazione media dell'ago del kilovoltmetro di modulazione di 4000 V, deducendo quindi la percentuale di modulazione:

$$\text{mod.} = \frac{E_m \times 1{,}41}{E} 100 = \frac{4000 \times 1{,}41}{5800} 100 = 97{,}5.$$

E poichè per la curva caratteristica si è ritenuto consigliabile riferirsi, come livello base, a quello corrispondente ai 1000 periodi al secondo, si è applicata, per la trasformazione in decibel, la formula:

$$20 \log. 10 \frac{K}{K_{1000}}$$

Nella tabella che segue sono riportati i valori determinati:

TABELLA

per la determinazione della curva caratteristica di frequenza

Frequenza	Corr. I	Corr. I_m	$K\%$	*db*
200	9,8	10,6	53,8	0
300	9,8	10,6	53,8	0
400	9,8	10,6	53,8	0
600	9,8	10,6	53,8	0
800	9,8	10,6	53,8	0
1000	9,8	10,6	53,8	0
1200	9,8	10,6	53,8	0
1400	9,8	10,6	53,8	0
1600	9,8	10,6	53,8	0
1800	9,8	10,6	53,8	0
2000	9,8	10,6	53,8	0
2200	9,8	10,58	53,4	0,08
2600	9,8	10,55	52,4	0,24
3000	9,8	10,52	51,6	0,30
3500	9,8	10,50	51,4	0,32

Fig. 37. — Schema del ricevitore radiotelefonico Marconi della stazione di Nodica.

c) *Curva caratteristica di frequenza.*

La curva caratteristica di frequenza è stata rilevata modulando il trasmettitore sull'onda di 45^m,1 alla tensione di 6000 V, impiegando un generatore di frequenza musicale Marconi modello P. S. N., N. 3842 A. N. 389097, alimentato con batterie (accensione 6 V, anodo 250 V).

Si è regolata l'amplificazione in modo da ottenere una percentuale di modulazione di circa il 54 %, e gli elementi determinativi della curva si sono tratti dalla corrente sull'alimentatore d'antenna sotto modulazione, eseguendo le letture con istrumento Weston originale a termo-coppia, modello 401, N. 2931 e N. 43619, tarato da 10 a 20 A.

Le formule per il calcolo della percentuale di modulazione e del livello sono state determinate derivandole dalla formula fondamentale della energia in antenna con e senza modulazione, e cioè:

$$W_m = W\left(I + \frac{K^2}{2}\right) \qquad (1)$$

dove $W_m = R\,I^2_m$ è la potenza erogata sotto modulazione e $W = R\,I^2$ è la potenza erogata senza modulazione nell'alimentatore di resistenza $R \cdot K$ = percentuale di modulazione calcolata in funzione della corrente sul feeder. Risolvendo la (1) rispetto a K si ha:

$$R\,I^2_m = R\,I^2\left(1 + \frac{K^2}{2}\right) \qquad (2)$$

Dalla (2) si ricava:

$$K = \sqrt{2\,(I^2_m - I^2) : I^2}$$

Valendosi dei dati suddetti si può costruire la curva caratteristica di frequenza, constatando che la modulazione si mantiene lineare per le frequenze comprese fra i 200 ed i 2000 per. e che soltanto al disopra dei 2000 per. si rende sensibile una variazione di livello che, ancora per la frequenza di 3500 per., risulta assai inferiore al limite di tolleranza di $\pm$ 1 db ammesso normalmente nella banda della telefonia commerciale (fra 400 e 3500 per.).

d) Caratteristiche del cavo telefonico Nodica-Pisa-Coltano.

Cavo telefonico a più coppie di conduttori da 10/10 di mm, cordato a bicoppie isolate, sotto tubo di piombo, armato con due nastri di ferro.

	Tratto Pisa-Coltano	Tratto Pisa-Nodica
Numero di coppie . . .	8	12
Spessore di piombo . .	1,7 mm	1,9 mm
Diametro esterno . . .	26,1 »	29,3 »
Spessore di ferro . . .	0,5 »	0,5 »
Peso per km	1890 kg	2365 kg

Resistenza ohmica per km di doppino a 20° C .	42	ohm
Capacità mutua media per km	0,034	μF
Capacità media fra le due coppie di una bicoppia	0,057	μF
Conduttanza per km di doppino	0,8	mho

Costante di attenuazione per km di linea:

Circuito reale (coppia) . . . . . $B = 0{,}063$
Circuito fantasma (bicoppia) . . . . $B = 0{,}052$

I valori sopra segnati si intendono per una pulsazione $\omega = 5000$.

Isolamento a corrente continua: 5000 $M\Omega$.

Le cifre indicate per l'attenuazione e per la conduttanza sono valori medi.

Il crosstalk non è superiore a quello corrispondente all'attenuazione 8.

Le misure di attenuazione per i doppini 11-14 e 12-13 danno:

	Tratto Pisa-Coltano	Tratto Pisa-Nodica
A 3000 periodi . . .	— 19 *d b*	— 21 *d b*
A 1000 periodi . . .	— 14,5 *d b*	— 15 *d b*
A 500 periodi . . .	— 13 *d b*	— 13,5 *d b*

Livello del rumore inferiore a — 40 *d b*.

11. - Servizio del Centro di Coltano-Nodica.

Prima dell'apertura del nuovo Centro, il servizio radiomarittimo metropolitano era affidato a 12 stazioni costiere, attrezzate per le comunicazioni col sistema alternativo (senza ricevente staccata), e provvedute in genere di soli apparecchi del tipo ad onda media.

D'altra parte, la quasi totalità del naviglio mercantile non possedeva che trasmettitori e ricevitori di debole raggio d'azione, ed un forte numero di navi da carico adibito a navigazioni di lungo corso era provveduto di solo trasmettitore a scintilla e di ricevitore a cristallo.

Ciò limitava praticamente il contatto fra le nostre stazioni costiere e le navi nazionali alle sole comunicazioni in Mediterraneo, restando il traffico sugli oceani sottoposto quasi interamente al controllo dei servizi esteri.

L'entrata in funzione del Centro di Coltano-Nodica ha potuto pertanto avvantaggiarsi delle nuove provvidenze legislative del Governo Fascista, che imponeva l'obbligo del trasmettitore ad onda corta o di quello a valvole per onde medie, a determinate categorie di navi uscenti dagli Stretti, e delle altre norme tecniche per la normalizzazione del materiale radioelettrico di bordo che ebbero forma definitiva in apposito decreto del 21 febbraio 1931 ([8]).

Per effetto di tali disposizioni, 42 navi furono gradualmente provvedute di impianto trasmittente e ricevente ad onde corte del tipo più moderno, ed altre 213 del solo ricevitore ad onde corte; 111 navi furono invece dotate di trasmettitore a valvole per l'emissione nella gamma 600-2400 m, ed una ventina di analogo trasmettitore a valvola per onde da 600 ad 800 m.

Pertanto 111 navi sono ora in grado di appoggiare, mediante l'onda media persistente, il loro traffico direttamente a Coltano, non solo da ogni punto del Mediterraneo, ma dai vari mari dell'Europa ed anche dallo stesso Atlantico, fino ai limiti delle Azzorre e delle Canarie; altre 42 navi possono comunicare direttamente ad onda corta con Coltano, per alcune ore del giorno solare, stando in qualsiasi mare, e 255 navi hanno analogamente la possibilità di ricevere i marconigrammi e gli altri messaggi che Coltano trasmette « all'aria » con le onde corte in diversi orari della giornata. Per contro, le 300 unità del naviglio mercantile nazionale che sono tuttora provvedute del solo trasmettitore a scintilla, o del trasmettitore a valvola per 600 metri, devono necessariamente appoggiare il traffico alla stazione costiera più vicina; ma trattasi in genere, di navi che non escono dal Mediterraneo.

Esse, peraltro, hanno tutte la possibilità di ricevere, in qualunque posizione, i messaggi che Coltano trasmette « all'aria » con le onde medie, in quanto, per effetto della Convenzione r. t. internazionale di Washington, tutte le navi sono ora provvedute di ricevitori a valvola.

Da quanto sopra è detto, e dalla descrizione tecnica degli impianti data nelle pagine precedenti, rilevasi che presso le stazioni di Coltano e Nodica è ora accentrato praticamente tutto il servizio radio per la Marina mercantile, fatta eccezione per le comunicazioni di sicurezza e per quelle d'interesse portuale, che continuano ad essere svolte dalla rete di stazioni costiere di piccola potenza.

L'applicazione di tale concetto ha permesso di semplificare l'istradamento dei marconigrammi, e ne è risultata altresì una notevole diminuzione dei disturbi, cosicchè è da ritenere che con l'estensione ed il maggiore perfezionamento di Centri radiomarittimi attrezzati sul tipo del nostro Centro nazionale, si potrà attuare una conveniente riduzione nel numero delle stazioni costiere, il quale, specie nel Mediterraneo, è sempre assai elevato.

L'Amministrazione P. T., nello eseguire la trasformazione e l'avviamento del nuovo Centro, ha potuto avvantaggiarsi della felice ubicazione dell'impianto scelta a suo tempo, per volere di Guglielmo Marconi, in zona pianeggiante, litoranea e prossima a zone industriali e commerciali, nonchè dei successivi miglioramenti che, con grande larghezza di mezzi, furono apportati alle prime costruzioni del 1903-1911 dalla Regia Marina e dalla Società Italo Radio, ed inoltre della estesa rete di collegamenti telegrafici e telefonici di cui ora dispone.

L'attuale organizzazione unitaria data al Ministero delle Comunicazioni ha poi permesso di procedere di pieno accordo con la Direzione Generale della Marina Mercantile all'attuazione delle varie provvidenze occorrenti per modernizzare gli impianti ed i servizi radioelettrici di bordo, e di trar profitto dall'attrezzamento tecnico dell'Azienda Ferroviaria nell'esecuzione delle varie opere che si resero necessarie.

Per organizzare nel modo più sicuro consentito dalla tecnica le comunicazioni ad onda corta col naviglio mercantile si doveva tener conto, necessariamente, delle diverse condizioni di luce esistenti presso le varie unità in navigazione, all'atto della ricezione da Coltano.

Fu pertanto adottato il concetto di trasmettere i marconigrammi alle navi col sistema delle emissioni « all'aria », che sono ora eseguite in cinque diversi orari della giornata (alle 9^h, 10^h, $12^h,30$, 15^h, 20^h, 21^h T. M. G.) manipolando simultaneamente i due trasmettitori da 14 kW-antenna, uno dei quali regolato su onda diurna e l'altro su onda notturna (generalmente le onde $23^m,45$ e $45^m,10$).

In tal modo ogni nave, postasi in ascolto all'orario stabilito, ha modo di scegliere l'onda più propizia alla ricezione, a seconda delle condizioni di luce in cui si trova e di quelle dominanti lungo la traiettoria delle onde.

Eguale concetto fu applicato per le comunicazioni bilaterali fra il Centro e le navi dislocate nei vari Oceani; ma in tal caso il problema è più difficile, in quanto le onde da scegliere per stabilire il contatto sono due, ed il più delle volte l'onda « optima » per la comunicazione Centro-Nave, non è la più adatta per la comunicazione in senso inverso. D'altra parte, un Centro di grande potenza ad onde corte, per quanto costruito con criteri di larghezza, non può disporre in un medesimo istante per il servizio bilaterale che di un numero limitato di onde, e quando trattasi di impianti di alta potenza a trasmissione stabilizzata, l'onda disponibile in un determinato intervallo è generalmente una sola. Invece, minori difficoltà si oppongono ai cambiamenti d'onda presso le stazioni di bordo, essendo esse, come tipo e come conformazione, assai meno elaborate dei moderni impianti terrestri ad onda corta.

Per queste considerazioni, a Nodica sono stati organizzati ascolti continuativi su determinate onde, con orario ben stabilito, e l'iniziativa per stabilire il contatto è lasciata alla nave, la quale esegue la chiamata all'ora che giudica più conveniente per ottenere l'allacciamento nei due sensi.

Così, Nodica dalle 5^h a. m. alle 18^h di tempo medio Greenwich svolge ascolto continuativo su onde corte comprese fra 22 e 24 metri circa (onde di luce) e dalle 18^h alle 5^h a. m. su onde (di oscurità) comprese fra 35 e 36 metri circa, rispondendo alle chiamate con onde dello stesso ordine.

In tal modo, ogni nave provveduta di trasmettitore ad onde corte che è in grado di conoscere, dopo un sufficiente periodo di esperienza, per quale intervallo della giornata può, da una determinata zona di mare, comunicare bilateralmente con Coltano Radio, s'intende impiegando alternativamente le varie onde che può emettere l'apparecchio di bordo ($17^m,9$ - $23^m,9$ - $35^m,9$ - 46^m - 53^m).

Dall'esperienza fatta in due anni di esercizio del Centro risulta che gli intervalli di « comunicazione bilaterale » sui quali si può contare con gli attuali apparecchi sistemati a Coltano e sulle navi nazionali provvedute di trasmettitore ad onde corte, sono all'incirca quelli risultanti dal seguente prospetto:

([8]) Cfr. A questo riguardo i Decr. min. 30 giugno 1927; 6 febbraio 1928; 26 aprile 1929; 31 maggio 1929; 21 febbraio 1931, riguardanti le Norme tecniche sulle stazioni r. t. di bordo, ed il R. D. L. 18 marzo 1929, n. 380 e la Legge 8 gennaio 1931 sulla obbligatorietà di nuovi apparecchi radioelettrici sulle navi mercantili.

ZONA DI MARE	INVERNO		ESTATE		EQUINOZIO	
	Intervalli in ore t. m. g.	ore totali	Intervalli in ore t. m. g.	ore totali	Intervalli in ore t. m. g.	ore totali
Mediterraneo - Nord Europa o Zona Atlantica a levante Azzorre	—	24	—	24	—	24
Atlantico occ. o Costa E. Stati Uniti	1900-0700	12	1600-0500	11	1500-0600	15
Sud Pacifico (Costa occ. Amer. Latina)	2300-0400	5	2300-0500	6	2300-0500	6
Nord Pacifico (Costa occ. Messico e S. Uniti)	0100-0300	2	0100-0300	2	0100-0300	2
Sud Atlantico (Costa or. America Latina).............	1900-0400	9	2200-0400	6	2000-0400	8
Periplo Africa (M. Rosso oc. Ind., Atlantico)	1100-0400	17	1100-0100	14	1100-0100	14
Mari Estr. Oriente (a Lev. di Colombo)	1400-2300	8	1400-2200	8	1400-2200	8
Mari intorno alla Australia	1400-1800	4	1400-1800	4	1400-1800	4

Anche nel servizio su onda media (da 600 a 2400 m) è stato adottato il duplice concetto delle trasmissioni « all'aria » per le navi fuori contatto, e quello delle comunicazioni bilaterali, per le navi già in comunicazione col Centro.

Le trasmissioni « all'aria » sono fatte normalmente con l'onda di 2400 m, in 7 orari della giornata (8^h,18 - 9^h - 12^h,30 - 16^h,18 - 17^h,18 - 20^h - 21^h,18) di T. M. G. e possono essere ricevute da tutte le navi in Mediterraneo, nell'Atlantico Orientale, Mare del Nord, Mar Baltico e Mar Nero, in qualsiasi condizione di luce.

Per le comunicazioni bilaterali su onda media sono disposti a Nodica 2 ascolti indipendenti continuativi, uno sull'onda 600 metri, per le comunicazioni ravvicinate, e delle navi [illegible]ario in genere, e l'altro sull'onda 2100 m, per il traffico con le III navi nazionali che dispongono dell'adatto trasmettitore ad onda media di grande portata.
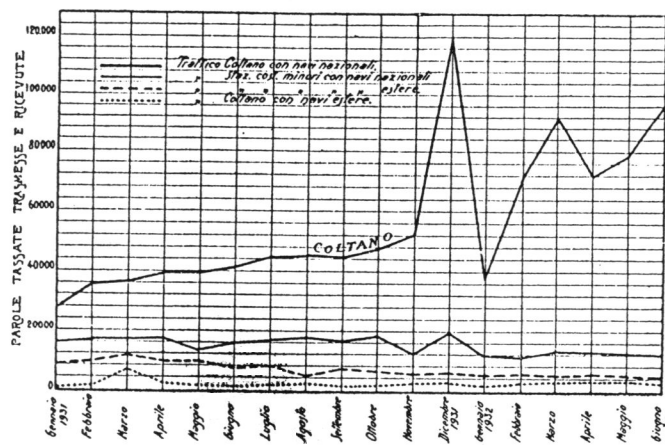
Fig. 38. - Diagrammi del traffico mensile complessivo radiomarittimo.

Tutte le trasmissioni « all'aria » sono fatte a mezzo di apparecchio automatico Wheatstone, connesso a perforatrice Creed, mentre le comunicazioni bilaterali si svolgono col solo sistema manuale.

Le trasmissioni consistono normalmente in serie di marconigrammi di vario genere, (diretti ai Comandi, ai passeggeri, ed agli equipaggi); inoltre alle 10^h e 21^h di T. M. G. sono irradiati lunghi notiziari di stampa, alle 15^h T. M. G. un apposito Bollettino contenente le quotazioni di Borsa e alla domenica (alle 21,30) un comunicato contenente i risultati delle gare sportive. Tutti i suddetti bollettini, che sono compilati a cura dell'Agenzia « La Radio Nazionale » di Roma, vengono ricevuti regolarmente da tutte le navi provvedute degli adatti ricevitori, e sono comunicati ai passeggeri ed agli equipaggi.

Presso il Centro ricevente di Nodica è mantenuta giornalmente al corrente, in apposita mappa, la posizione geografica di tutte le navi nazionali in navigazione, desumendola dalle indicazioni che forniscono gli armatori. Tale organizzazione consente un più razionale impiego delle onde da adottarsi nelle comunicazioni e rende queste ultime più speditive e meno incerte; facilitando inoltre il contatto fra gli armatori e i Comandanti. A tal uopo sono stati stabiliti allacciamenti telegrafici diretti tra Nodica ed alcune delle principali Società di navigazione, ed un collegamento permanente telefonico è stato stabilito sul cavo nazionale, fra il centralino di Nodica e la centrale interurbana di Roma.

Come si scorge dai grafici riprodotti nella figura 38, che si riferiscono alle sole parole a pagamento, il servizio svolto dal Centro di Coltano dal 1° gennaio 1931 a tutto il 30 giugno 1932 si è mantenuto ad un livello soddisfacente, ed accenna a graduale e progressivo aumento. Le comunicazioni col naviglio mercantile estero sono necessariamente limitate, in quanto tutte le navi che dispongono di trasmettitori ad onda corta o ad onda media persistente hanno la tendenza ad appoggiare il traffico ai propri centri radiomarittimi nazionali; ma anche in questo campo si vanno delineando sensibili progressi.

Data l'importanza degli impianti fatti, e la maggiore rapidità di istradamento che ne è risultata, fu ritenuto opportuno stabilire per le comunicazioni con navi in Oceano una tariffa diversa da quella con navi in Mediterraneo. In compenso, notevoli riduzioni furono concesse agli emigranti, agli equipaggi, ai giornalisti imbarcati e per quelle navi che seguono itinerario costiero fra porti italiani, e con le Colonie. L'introito complessivo accertato, per tasse spettanti all'Amministrazione P. T., si è mantenuto, nei due esercizi 1930-1931 e 1931-1932, sulla media annuale di L. 730.000.

NOTA - Per l'esame dei progetti e per il collaudo, fatto in varie riprese, dei nuovi impianti di Coltano e Nodica, l'Amministrazione P. T. si è valsa della preziosa opera di una Commissione Tecnica presieduta dal Prof. LUIGI LOMBARDI, e della quale facevano parte anche i colleghi Prof. *Ugo Bordoni*, Presidente dell'A.E.I., e Ingg. *T. Gorio*, dell'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni e *R. Regnoni*, Direttore della Azienda di Stato per i Servizi Telefonici. Quest'ultima ha provveduto all'organizzazione dei collegamenti telefonici, ed il Circolo delle Costruzioni Telegrafiche e Telefoniche di Pisa, diretto dal Comm. *G. Frediani*, all'allestimento delle linee elettriche e dell'Ufficio telegrafico di Nodica. Tutte le opere murarie occorse per l'installazion[illegible] del macchinario, la posa delle torri e degli alimentatori di aereo, [illegible]chè per la sistemazione degli alloggi a Coltano, Nodica e Migliarino Pisano e per la costruzione dell'acquedotto di Nodica, furono dirette dall'Ingegner *Magnaii* della Sezione Lavori FF. SS. di Pisa. Il personale della S.E.L.T. di Livorno e quello dipendente dal Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS. di Firenze ha provveduto alla costruzione delle nuove linee ad A. T. e di una nuova cabina all'aperto, ed al riordinamento degli impianti elettrici interni delle due stazioni di Coltano e Nodica.

L'impianto principale Marconi ad onde corte venne eseguito sotto la direzione dell'Ing. *Ph. Vyvyan* della Marconi's Wireless inglese, con la coadiuvazione delle Officine di Genova, dirette dall' Amm. *B. Micchiardi*, e degli Ingg. *M. Pola* e *A. Esposito* e Capo elettricista *Ottonello*. L'impianto ausiliario ad onde corte e quello radiotelefonico vennero eseguiti sotto la direzione dell'Ing. *A. Esposito*. Contribuirono alla sistemazione definitiva della stazione ricevente duplex di Nodica, oltre all'Ing. *Ph. Vyvyan*, che ne diresse il primo impianto, l'Ing. *G. A. Mathieu* e gli Ingg. *Pola, Esposito* e *L. Monachesi*.

Gli impianti ad onda media furono costruiti presso l'Officina radio del R. Arsenale di La Spezia, che aveva già provveduto nel 1921-22 i grandi archi Poulsen delle stazioni transcontinentale e continentale di Coltano, su disegni preparati, col concorso del Com.te Ing. *Matteini*, dall'Istituto E. e delle Comunicazioni di Livorno, diretto dal Com.te *U. Ruelle*. Gli impianti R. M. furono sistemati in opera a cura del Capitano radiotelegrafista *F. Buzzacchino*, coadiuvato dai Capi elettricisti *Giannoni, Pasquini, Criscitiello* e dal personale elettricista della Radio Coltano.

Contribuirono alla buona organizzazione dei servizi, la Direzione Provinciale P. T. di Pisa, diretta dal Comm. *François*, e le solerti cure del Contrammiraglio della R. N. *Ugo Nicastro*, che dirige il Centro dall'agosto del 1930, e, per quanto riguarda il servizio radio, l'intelligente prestazione del Capo della stazione di Nodica, Cav. *O. Moltedo* e degli altri radiotelegrafisti in sott'ordine che vi furono destinati fin dal 1929, segnatamente i Capi turno *A. Bixio* e *S. Ambrogi* e gli Ufficiali *P. T. Fontani, Novi* e *Mannocci*.

APPENDICE.

Regolazione dei circuiti nei trasmettitori di grande potenza ad onde corte.

Può essere interessante dare qualche cenno sul modo col quale praticamente si effettuano le regolazioni dei vari circuiti dei trasmettitori cominciando da quella del complesso stabilizzatore del Franklin.

Per quanto tali norme di regolazione si riferiscano ad un caso particolare, potranno essere guida al tecnico anche in casi diversi ed illustrano praticamente le proprietà e le particolarità di catene di oscillatori neutralizzati e fra di loro accoppiati.

A) *Regolazione del complesso stabilizzatore Franklin* (figura 13).

1°) Messi a posto i triodi ed il tetrodo di accoppiamento, si toglie l'alta tensione a tutti gli stadi amplificatori, levando da posto le resistenze anodiche, visibili nello schema, ottenendosi così il solo funzionamento dell'oscillatore vero e proprio.

2°) Le regolazioni più importanti sono:

a) La ricerca della sintonia anodica degli stadi amplificatori;

b) Il bilanciamento o neutralizzazione dei circuiti « a ponte » costituenti gli stadi amplificatori.

Dal circuito di figura 13 si rileva come le capacità placca-griglia delle valvole formino due bracci del ponte di capacità, di cui una delle diagonali è collegata al circuito di sintonia anodica, mentre l'altra al circuito di griglia.

Per sintonizzare un circuito oscillante si inserisce nel ritorno a terra del circuito d'alimentazione delle griglie del ponte successivo (nel caso del 1° ponte punto *A*) un termogalvanometro di appropriata resistenza e sensibilità. Ciò fatto si manovreranno simultaneamente i due condensatori di sintonia del circuito oscillante fino ad ottenere il massimo di deviazione del termogalvanometro suddetto. La ricerca della neutralizzazione di uno stadio si eseguisce osservando la corrente che, attraverso il ponte sbilanciato in esame, passa sul circuito di griglia dello stadio successivo. Il bilanciamento si otterrà quando, essendo in sintonia il circuito anodico dello stadio da bilanciare, è nulla (o minima) la corrente di griglia dello stadio successivo. Quindi, per neutralizzare (bilanciare) il ponte, si ricostituisce la connessione a terra in *A* e si pone il termogalvanometro sul ritorno a terra dell'alimentazione delle griglie del ponte successivo.

Assicuratisi della sufficiente sensibilità del galvanometro, regolando opportunamente la resistenza ad esso in serie, si regoleranno i condensatori variabili che formano i due lati regolabili del ponte fino ad annullare la deviazione del termogalvanometro. Durante questa misura si può ridurre gradualmente la resistenza in serie del galvanometro per aumentarne la sensibilità.

Dando ora tensione allo stadio bilanciato si può procedere alla sintonizzazione del circuito oscillante anodico dello stadio successivo. Mentre che nel caso della sintonizzazione del 1° circuito oscillante d'accoppiamento ci si regolava sulla lettura del termogalvanometro, negli altri stadi ci si può basare sul fatto che assorbendo con questo circuito oscillante energia dagli stadi precedenti, si può mettere in evidenza la risonanza osservando le letture del milliamperometro generale di alimentazione anodica, osservando che, alla risonanza, tale milliamperometro deve dare la minima deviazione.

Si deve altresì notare che, quando si voglia operare una moltiplicazione di frequenza e cioè regolare uno dei circuiti oscillanti sopra un'armonica dello stadio precedente, occorre tener presente che la risonanza deve essere messa in evidenza con termogalvanometri di adeguata sensibilità.

3°) Per bilanciare il 4° ponte s'interrompe la diagonale d'uscita togliendo da posto la lampadina visibile in figura; si stacca il negativo di griglia della batteria di polarizzazione e s'inserisce nel punto *D* un milliamperometro a corrente continua.

Ora si deve determinare quale è la posizione di risonanza dell'ultimo circuito accordato, osservando per quale valore del condensatore d'accordo si ha la sintonia, (ciò che viene rilevato dal brusco salto verso il minimo che si osserva sul milliamperometro).

Si segue tale valore e si procede al bilanciamento dell'ultimo ponte, in modo che passando più volte su detta posizione di risonanza, non si abbia più alcuna variazione nel milliamperometro posto in serie sul ritorno di griglia. Infine si regola l'ultimo circuito oscillante che costituisce una parte del circuito di griglia del magnificatore n. 4 del trasmettitore.

B) *Regolazione di un Magnificatore di potenza a ponte.*

Si consideri un ponte simmetrico come quello della figura 12.

Accesi i filamenti delle valvole, si sconnettono sia l'arrivo dell'alta tensione anodica sia il negativo di griglia, portando a zero il potenziale di griglia, con l'esclusione della relativa batteria e lasciando inserito il milliamperometro di griglia.

Si portano fuori sintonia tutti i circuiti oscillanti

Si invia corrente ad AedF dallo stadio precedente all'entrata del ponte, avendo avuto cura di escludere lo stadio susseguente. In queste condizioni l'amperometro termico A_t non segna corrente.

Si sintonizza il condensatore C_1, basandosi sulla massima lettura del milliamperometro di griglia. In tal modo si è ottenuta la massima tensione tra i vertici *A* e *C* del ponte.

Se dopo di ciò si sintonizza gradualmente la diagonale *BD*, a mezzo dei due condensatori C_2, si osserverà in generale deviazione crescente dello strumento A_t, dovuta alla mancanza di equilibrio tra i lati del ponte. Regolando i condensatori di bilanciamento C_3 si annulla la deviazione di A_t per la posizione di sintonia di C_2.

Fatto ciò, il ponte è bilanciato e si può riconnettere il positivo anodico e dare la tensione negativa alle griglie. L'accoppiamento all'uscita si regola in base alle indicazioni dello istrumento di griglia dello stadio successivo, mentre la sintonia di C_2 si otterrà per ogni valore dell'accoppiamento seguendo la indicazione minima del milliamperometro di placca, che coinciderà, se il bilanciamento è stato accuratamente eseguito, con la massima deviazione del milliamperometro di griglia dello stadio stesso.

La regolazione in uscita dello stadio finale di potenza è convenientemente fatta su di un carico ohmico (aereo artificiale), costituito da lampade ad incandescenza di tipo speciale, oppure direttamente su aereo sintonizzato.

C) *Regolazione dei trasmettitori ausiliari da 2 kW.*

Nella regolazione dei due trasmettitori ausiliari si seguono all'incirca le stesse norme già indicate per i trasmettitori di alta potenza.

Accertato il regolare funzionamento dei circuiti di accensione, di placca e di griglia, si sconnettono le alimentazioni di placca e di griglia di tutti gli stadi e s'incomincia a far oscillare il pilota del Franklin sulla frequenza di base; quindi si bilanciano e si sintonizzano, a uno a uno, i cinque amplificatori moltiplicatori di frequenza che costituiscono il « drive », come dei trasmettitori suddetti.

La corrente in uscita dal complesso Franklin si applica alla griglia del primo Magnificatore. Qui non è prevista l'inserzione di uno strumento per il bilanciamento, e la neutralizzazione può essere eseguita osservando la corrente di griglia dello stadio da bilanciare. Quando agendo sul condensatore di accordo, si passa per il punto di sintonia anodica, il « ponte » sbilanciato trasferisce energia sul circuito anodico e si produce quindi un aumento di carico che si nota con una diminuzione di corrente di griglia. Agendo sul condensatore di neutralizzazione si trova un valore di capacità di esso per cui passando con il condensatore di accordo per la sintonia anodica, la corrente di griglia non varia più.

Tale valore è quello di bilanciamento. Se il bilanciamento è bene eseguito, connettendo l'alta tensione, si deve notare la coincidenza del massimo di corrente segnata dal milliamperometro di griglia unitamente al minimo consumo anodico segnato dal milliamperometro di placca sulla posizione di sintonia.

Se, infatti, aumentando il consumo anodico, la corrente di griglia aumentasse, si avrebbe un funzionamento instabile, con tendenza all'autoinnesco, conseguenza di cattivo bilanciamento.

Praticamente si determina il bilanciamento anche nel seguente modo:

Facendo oscillare il pilota e togliendo l'alimentazione al primo stadio, si deve notare che per la posizione di bilanciamento le griglie del secondo stadio non hanno corrente, per qualunque posizione della sintonia.

Successivamente si accorda la linea di alimentazione al secondo stadio e si varia l'accoppiamento (variando le prese), finchè il valore della corrente della griglia del secondo stadio è quello richiesto per il normale funzionamento del Magnificatore.

Poi si bilancia il secondo stadio come per il primo stadio. Si sintonizza la linea d'alimentazione del terzo stadio e si passa al bilanciamento di detto stadio che si esegue a mezzo di termoamperometro sul centro del circuito anodico simmetrico delle valvole.

A bilanciamento ottenuto, si manda corrente al feeder, se è già sintonizzato, oppure al carico ohmico equivalente (antenna artificiale).